617.634
36

Ø

**CUSTO-EFETIVIDADE DA FLUORETAÇÃO DAS ÁGUAS
DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO MUNICÍPIO DE
SÃO PAULO, NO PERÍODO DE 1985-2003**

ANTÔNIO CARLOS FRIAS

Tese apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Saúde Pública da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em Saúde
Pública

Área de Concentração: Serviços de Saúde Pública

Orientador: PROF. DR. PAULO CAPEL NARVAI

São Paulo
2004

45090/2009 dsc

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total e parcial desta dissertação, por processos fotocopadores,

Assinatura:

Data.

*Caminhante, são tuas pegadas
o caminho, e nada mais;
caminhante, não há caminho
o caminho se faz ao andar.*

*Ao andar se faz o caminho,
e ao voltar a vista atrás
vê-se a senda que nunca
se voltará a pisar.*

*Caminhante, não há caminho
há apenas sulcos no mar*

ANTONIO MACHADO

Aos meus pais,

OSWALDO & CLEONICE

Pois me proporcionaram a dádiva divina da vida.

Para minha esposa e filhas,

MARISTELA, BRENDA, LARA e LIZ

Mulheres que preenchem minha vida de amor, dedicação,
afeto e felicidade.

Dedico especialmente esta tese
em homenagem ao

Prof. Dr. ALFREDO REIS VIEGAS (*in memoriam*)

Sábio mestre que dedicou sua vida a docência e a pesquisa na
FSP-USP para a formação de muitas gerações de Sanitaristas,
e um eterno defensor da fluoretação da águas de
abastecimento público neste país.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Paulo Capel Narvai**, pela amizade e a confiança depositada em mim, por sua visão de mestre que soube impor desafios sabendo do meu potencial para supera-los, e impulsionar-me a novas descobertas.

Ao **Prof. Eng. Alexandre Saron**, pelo companheirismo, presteza e o seu entusiasmo por esta pesquisa, além de ser fundamental dentro da SABESP pelo acesso a diversos documentos e relatórios que foram necessários para execução deste trabalho.

A **Thomas G Reeves**, P.E. National Fluoridation Engineer of CDC, por seu empenho e presteza no fornecimento de material sobre os sistemas de fluoretação empregados pelo CDC.

A **Profª. Maristela Vilas Boas Fratucci**, por sua dedicação, pelas muitas leituras e conferências da pesquisa para que as minhas idéias pudessem ser materializadas de forma clara.

Ao **Prof. Celso Zilbovicius**, pela grande amizade, companheirismo, ajuda nas incansáveis traduções, nas discussões de idéias, e por absorver parte da demanda dos inúmeros trabalhos ao qual eu tive que me ausentar para dedicar a tese.

A **Profª. Simone Rennó Junqueira**, por sua amizade e dedicação nas leituras e discussão das idéias que foram surgindo para o desenrolar da tese.

A **Profª Drª. Maria Ercilia de Araújo**, pela amizade, pelo incentivo, por seus sábios conselhos em nossas conversas que foram fontes de inspiração para a condução dos trabalhos.

Ao **Prof. Dr. Roberto Augusto Castellanos Fernandes**, por sua paciência, seus sábios conselhos e o seu espírito terno, jovial e alegre que conduz com maestria as dificuldades da jornada.

A **Profª. Dra. Maria do Rosário Dias de Oliveira Latorre**, por sua dedicação e didática das aulas, que traz a luz da compreensão questões complexas em estatística com uma sabedoria divina, por me ajudar a superar dificuldades que encontrei no campo da estatística.

Ao **Prof. Dr. José Leopoldo Antunes**, por sua determinação e sabedoria na condução das conversas para clarear as idéias e concretização deste trabalho.

Ao **Prof. Elyseo Cícero dos Santos**, por sua amizade e ajuda no esclarecimento dos períodos de instabilidade econômico-financeira que o Brasil enfrentou, contribuindo assim no ajuste dos cálculos econômicos da pesquisa.

A todos os **Professores** da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e os Professores do Departamento de Odontologia Social da USP pela dedicação na transmissão de conhecimentos.

RESUMO

Frias AC. **Custo-Efetividade da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, no período de 1985-2003.** São Paulo; 2004. [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

Esta pesquisa tem como objeto o custo e a efetividade de 18 anos de fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo no período de 1985 a 2003. Avalia-se a mudança do quadro epidemiológico da cárie dentária, o controle dos teores de flúor, o custo da fluoretação e o benefício proporcionado à população sendo projetado o custo-efetividade *per capita/ano*. Para o cálculo da composição de custos da fluoretação das águas levou-se em conta: o custo de capital inicial de instalação, o custo do produto químico (ácido fluorsilícico), o custo de operacionalização do sistema (manutenção do sistema, energia elétrica e recursos humanos) e o custo de controle. Constatou-se que neste período a população foi exposta a teores adequados de flúor (0,7ppm). A ação do flúor mostrou-se eficaz, pois para a idade de 12 anos observou-se redução de 73% na prevalência de cárie dentária, sendo que em 1986 a média do índice CPO-D era de 6,47 (6,12–6,82), e em 2002 foi de 1,75 (1,48–2,92). Nesta idade-índice, 40% das crianças apresentaram CPO-D = 0 em 2002. O custo médio *per capita/ano* na cidade de São Paulo foi de R\$ 0,08 (US\$ 0,03) em 2003. O custo acumulado em 18 anos de implantação do sistema de fluoretação, foi de R\$ 1,44 (US\$ 0,94) *per capita*. A análise do benefício/custo da fluoretação, apenas para o grupo etário de 7 a 12 anos, indica uma economia de custos da ordem de R\$ 348,68 (US\$ 113,95) no serviço privado e de R\$ 83,68 (US\$ 27,35) no serviço público por habitante/ano. A simulação de custos para comunidades, segundo o número de habitantes, foi de R\$ 0,46 (US\$ 0,15) para populações até 5.000 habitantes; de R\$ 0,27 (US\$ 0,09) para 5.001 a 10.000 habitantes; de R\$ 0,17 (US\$ 0,05) para 10.001 a 20.000 habitantes; de R\$ 0,12 (US\$ 0,04) para 20.001 a 50.000 habitantes; e de R\$ 0,09 (US\$ 0,03) para 50.001 a 100.000 habitantes. Tais valores são considerados relativamente baixos para uma intervenção de saúde pública com o impacto referido.

PALAVRAS-CHAVES:

Custo-efetividade. Custo-benefício. Fluoretação de águas. Cárie dentária.

ABSTRACT

Frias, AC. **Custo-Efetividade da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, no período de 1985-2003.** [Cost-effectiveness of fluoridation of public water supply in the city of São Paulo, in the period of 1985-2003]. São Paulo [BR]; 2004. [PhD Thesis – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo Brazil].

This research has as object of study the cost and effectiveness of 18 years of fluoridation of public water supply system in the city of São Paulo, Brazil during the period 1985-2003. It is evaluated the change in the epidemiological status of dental caries, control of fluoride level in the water supply, costs of fluoridation and benefits rendered to the population and cost-effectiveness has been projected per capita/year. For calculation of costs of fluoridation of the public water supply the following components were taken into account: the initial capital cost of installation, the cost of chemical product (hydrofluosilicic acid), the system operation cost (system maintenance, electrical energy and human resources) and the control cost. It has been observed that population has been exposed to appropriate levels of fluoride (0.7 ppm F) during this period. The addition of fluoride has been effective as, for the age of 12 years, it has been observed a decrease of 73% in the prevalence of dental caries years — the mean of the DMF index was 6.47 (6.12-6.82) in 1986 and in 2002 the mean was 1.75 (1.48-2.92). For this age index, 40 % of the children presented DMF =0 in 2002. The average cost per inhabitant/year for the year 2003 was R\$ 0,08 (US\$ 0.03). The accumulated cost for 18 years of implantation and maintenance of the fluoridation system was R\$ 1,44 (US\$ 0.94) per capita. The analysis of benefit-cost of fluoridation, only for the group of schoolchildren ranging from 7 to 12 years old showed an economy of R\$ 348.68 (US\$ 113.95) in treatment at the private clinic and R\$ 83.68 (US\$ 27.35) at the public system per inhabitant/year. The simulation of costs to communities according the population revealed a cost of R\$ 0.46 (US\$ 0.15) per inhabitant in a community with less than 5,000 inhabitants; R\$ 0.27 (US\$ 0.09) per inhabitant in communities with populations ranging from 5,001 to 10,000 inhabitants; R\$ 0.17 (US\$ 0.05) per inhabitant in communities with populations ranging from 10,001 to 20,000 habitants; R\$ 0.12 (US\$ 0.04) per inhabitant in communities with populations ranging from 20,001 to 50,000 inhabitants; and R\$ 0.09 (US\$ 0.03) per inhabitant in communities with populations ranging from 50,001 to 100,000 inhabitants. These values are considered relatively low for an intervention in public health that presents the related impact.

KEYWORDS:

Cost-effectiveness. Cost-benefit. Water fluoridation. Dental caries.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E FLUORETAÇÃO.....	4
2.2 FLUORETAÇÃO ARTIFICIAL DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO.....	7
2.3 FLUORETAÇÃO NO BRASIL.....	10
2.4 CUSTOS DA FLUORETAÇÃO.....	15
2.5 ÍNDICE CPO-D E FATORES SÓCIO-ECONÔMICOS.....	35
3. OBJETIVOS.....	41
3.1 OBJETIVO GERAL	41
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	41
4. MATERIAL E MÉTODO.....	42
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	42
4.2 MATERIAL.....	42
4.3 DADOS DA FLUORETAÇÃO.....	43
4.4 HETEROCONTOLE.....	47
4.5 REFERENCIAL EPIDEMIOLÓGICO.....	48
5. RESULTADOS.....	50
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	50
5.2 DADOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	55
5.3 HETEROCONTROLE.....	67
5.4 CUSTOS DA FLUORETAÇÃO.....	72
5.4-1 ENTREVISTA NA SABESP.....	72
5.4-2 CUSTOS COM FORNECEDORES.....	82

5.5 ANÁLISE DE CUSTOS.....	85
5.5-1 CUSTO DE CAPITAL INICIAL DE INSTALAÇÃO.....	85
5.5-2 CUSTO DO PRODUTO QUÍMICO.....	88
5.5-3 CUSTO DE OPERACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA.....	89
5.5-4 CUSTO DE CONTROLE.....	92
5.5-5 CUSTOS DA FLUORETAÇÃO DA ÁGUA NO SISTEMA DE TRATAMENTO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.....	92
5.6 SIMULAÇÃO DE CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE FLUORETAÇÃO DE ÁGUAS PÚBLICAS.....	100
5.7 A RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO DA FLUORETAÇÃO.....	108
6. DISCUSSÃO.....	113
6.1 FLUORETAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.....	114
6.2 ANÁLISE DOS CUSTOS DA FLUORETAÇÃO.....	121
7. CONCLUSÃO.....	130
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
ANEXOS.....	155

ÍNDICE DE QUADROS, FIGURAS E TABELAS

QUADROS

Quadro-1 Componentes da equação de custo-efetividade proposto por WEINSTEIN e STASON (1977).....	26
Quadro-2 Componentes e resultados da equação de cálculo de custos proposto por RINGELBERG <i>et al</i> (1992).....	30
Quadro-3 Componentes e resultados da equação de economia de custo da fluoretação da água proposta por HADDIX (1996)	32

FIGURAS

Gráfico 5.1 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional, na idade de 7 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	58
Gráfico 5.2 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional, na idade de 8 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	59
Gráfico 5.3 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional, na idade de 9 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	60
Gráfico 5.4 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional, na idade de 10 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	61
Gráfico 5.5 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional, na idade de 11 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	62

Gráfico 5.6 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional, ma idade de 12 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	63
---	----

Gráfico 5.7 - Porcentagem de crianças com CPO-D = Zero, Limite Inferior e Limite Superior do IC _{95%} para a média populacional para idade de 12 anos de 1969 a 2002. São Paulo.....	66
---	----

Gráfico 5.8 – Resultado do heterocontrole de flúor nas amostras das águas de abastecimento no período de 1990 a 2003 no município de São Paulo.....	69
---	----

TABELAS

Tabela 5.1 - Média do Índice CPO-D e os Limites Inferiores (LI) e Limites Superiores (LS) para o IC _{95%} , nas idades de 7 a 12 anos dos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1969 a 2002.....	57
--	----

Tabela 5.2 - Média do Índice ceo-d nas idades de 5 a 10 anos dos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1983 a 2002.....	64
--	----

Tabela 5.3 - Porcentagem de crianças de 12 anos livres de cárie dentária (CPO-D = 0), Limite Inferior (LI) e Limite Superior (LS) da distribuição de freqüência do IC _{95%} , município de São Paulo, no período de 1969 a 2002.....	65
---	----

Tabela 5.4 – Média de consumo anual de ácido fluorsilícico e o IC _{95%} , segundo meses dos anos no período de 1989 a 1993 na ETA Guaraú, São Paulo	70
--	----

Tabela 5.5 - Estações de Tratamento de Água da Grande São Paulo, segundo vazão de água, consumo diário de ácido fluorsilícico, número de tanques de armazenagem e a capacidade de estocagem São Paulo, 2004.....	73
--	----

Tabela 5.6 – Consumo anual de ácido fluorsilícico, consumo de água (m^3), consumo total de ácido fluorsilícico por volume água ($Kg/1000m^3$), média de consumo de ácido fluorsilícico, desvio padrão e $IC_{95\%}$, na ETA Guaraú no período de 1985 a 2003, São Paulo.....	80
Tabela 5.7 – Custo anual de tratamento de água segundo componentes dos custos, ácido fluorsilícico, produtos químicos, recursos humanos, energia elétrica, transporte e outras despesas, e o volume total de água tratada nos anos de 1998 a 2003 na ETA Guaraú, São Paulo.....	81
Tabela 5.8 – Custos de capital inicial de instalação, segundo componentes de custos para o sistema de tratamento de água do município de São Paulo, 2004.....	88
Tabela 5.9 – Custos do ácido fluorsilícico utilizado para fluoretação do sistema de tratamento de água do município de São Paulo, 2004.....	89
Tabela 5.10 – Custos de operacionalização do sistema, segundo os Custos de depreciação e manutenção dos equipamentos, incluindo energia elétrica e recursos humanos para fluoretação do sistema de tratamento de água do município de São Paulo, no período de 1998-2003.....	91
Tabela 5.11 – Composição dos custos de fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, no período de 1998 a 2003.....	94
Tabela 5.12 – Custos de fluoretação das águas de abastecimento público no período de 1986 a 2003 no município de São Paulo.....	99
Tabela 5.13 – Composição dos custos da fluoretação da água de abastecimento público para municípios, segundo o número de habitantes, 2004.....	107

Tabela 5.14 – Média do índice CPO-D segundo idade e a porcentagem de redução da experiência de cárie dentária no período de 1986 a 1998 no município de São Paulo.....109

Tabela 5.15 – Média do índice CPO-D, incremento de cárie por idade e média nas faixas etárias de 7 a 12 anos de idade no período de 1986 e 1998 no município de São Paulo.....110

Tabela 5.16 – Equação da relação Benefício/Custo e seus componentes segundo sistema privado e público em real e dólar para avaliação do sistema de fluoretação das águas de abastecimento no município de São Paulo, 2004.....112

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS, FÓRMULAS E ABREVIATURAS

ACD	- Atendente de Consultório Dentário
ADA	- American Dental Association
AFS	- Ácido Fluorsilícico
AFS/dia	- Ácido Fluorsilícico por dia
B/C	- Benefício por Custo
BIRD	- Banco Mundial
C/B	- Custo por benefício
CC	- Custo de Controle
CCII	- Custo de Capital Inicial de Instalação
CD	- Cirurgião Dentista
CDC	- Centers for Disease Control and Prevention (<i>Centro de Controle e Prevenção de Doenças</i>)
ceo	- Índice de dentes decíduos cariados, com extração indicada e obturados
CMI	- Coeficiente de Mortalidade Infantil
COS	- Custo de Operacionalização do Sistema
CPI-U	- All urban consumer price index
CPO-D	- Índice de dentes permanentes cariados, perdidos e obturados
CPO-S	- Índice de superfícies cariadas, perdidas e obturadas em dentes permanentes
CPQ	- Custo de Produto Químico
CRO-SP	- Conselho Regional de Odontologia de São Paulo
CORSAN	- Companhia Rio Grandense de Saneamento
Cr\$	- Cruzeiro
Cz\$	- Cruzado
dens	- Densidade
DMAE	- Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre
ETA	- Estação de Tratamento de Água
EUA	- Estados Unidos da América
F	- Flúor

FDI	- Federação Dentária Internacional
FSP-USP	- Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo
F/m ³	- Flúor por metros cúbicos
g/cm ³	- gramas por centímetros cúbicos
g/dia	- Grama por Dia
Hz	- Hertz
H ₂ SiF ₆	- Ácido Fluorsilícico
IBGE	- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC ±	- Mais e Menos do Intervalo de Confiança
IC _{95%}	- Intervalo de Confiança para 95% de parâmetros populacionais
IDH-M	- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IAP	- IAP Sociedade Anônima de Fertilizantes
IP	- Índice de Performance
Kg/ano	- Quilograma por ano
Kg _{AFS}	- Quilograma de Ácido Fluorsilícico
Kg/L	- Quilograma por litro
Kwh	- Quilowatts por hora
L	- Litro
L/hora	- Litro por hora
L/s	- Litros por segundo
LESB	- Levantamento Epidemiológico em Saúde Bucal
LI	- Limite Inferior do Intervalo de Confiança
LS	- Limite Superior do Intervalo de Confiança
m ³	- Metros cúbicos
m ³ /s	- Metros cúbicos por segundo
mgF/L	- Miligrama de Flúor por Litro
MP	- Medida Provisória
MS	- Ministério da Saúde
NCz\$	- Novo Cruzado
nº	- Número
OMS	- Organização Mundial da Saúde
OPS	- Organização Pan-Americana de Saúde

PAS	- Plano de Atendimento à Saúde
pH	- Concentração de íon Hidrogênio
PMSP	- Prefeitura do Município de São Paulo
PNUD	- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PR	- Estado do Paraná
ppm	- partes por milhão
RMSP	- Região Metropolitana de São Paulo
RS	- Estado do Rio Grande do Sul
R\$	- Real
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEADE	- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SC	- Estado de Santa Catarina
SIMS	- Sistema Integrado Municipal de Saúde
SP	- Estado de São Paulo
SUS	- Sistema Único de Saúde
SES-SP	- Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo
SMS-SP	- Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo
sm	- Salário Mínimo
Ton	- Tonelada
T/d	- Tonelada por dia
ton/ano	- Tonelada por ano
ton-AFS	- Tonelada de Ácido Fluorsilícico
tq	- Tanque
URV	- Unidade de referência de valor
US\$	- Dólar Americano
ΔC	- Componentes do custo da equação
ΔC_{RX}	- Custos diretos do programa de fluoretação.
ΔC_{SE}	- Custo do tratamento dos efeitos colaterais associados ao programa
ΔC_{Morb}	- Economia de custos de tratamento devido à prevenção ou alívio da cárie dental evitável.

ΔC_{RXLE}	- Custos de tratamento de doenças que poderiam ter sido evitadas se o dente tivesse sido protegido pelo flúor
ΔE	- Componentes de efetividade da equação
ΔY	- Diferença na saúde bucal em locais com e sem fluoretação das águas de abastecimento
ΔY_{Morb}	- Ajuste na qualidade de saúde bucal devido à prevenção da morbidade associada à cárie dental não prevenida
ΔY_{SE}	- Ajuste na qualidade de saúde bucal devido aos efeitos colaterais do programa de fluoretação

1. INTRODUÇÃO

A fluoretação das águas de abastecimento público é uma medida “efetiva” (NEWBRUN 1996), para reduzir a prevalência de cárie em âmbito populacional, tem “baixo custo *per capita*” (GRIFFIN *et al* 2001), atingindo de forma indiscriminada e de maneira “universal” (NEWBRUN 1989), todas as pessoas abastecidas por água, além de ser “seguro” (OMS 1970), pois não causa danos à saúde quando o flúor está dentro de padrões recomendados como ótimos.

Assim, a adição do flúor na água provou ser uma medida de prevenção da cárie dentária e, conseqüentemente, diminui as perdas dentárias na população (VIEGAS 1961). A sua não utilização, equivale a não empregar uma medida benéfica aos dentes, como demonstram pesquisas epidemiológicas realizados em vários países (AST *et al* 1970; HUNTER & HENDERSON 1982; VIEGAS & VIEGAS 1985; BATTELLINO *et al* 1997; FREYSLEBEN *et al* 2000), pois a utilização do flúor tem papel fundamental como mecanismo de diminuição da prevalência de cárie dentária.

A fluoretação das águas de abastecimento público é a medida mais ampla de promoção de saúde na área de saúde bucal, pois associa ao benefício da água tratada, o seu impacto epidemiológico na redução de prevalência de cárie dentária, que é em média de 60% (BROWN *et al* 1959; VIEGAS 1961; OMS 1970; RIPA 1993; SCHNAIDER FILHO *et al* 1992; NARVAI 1997) após 10 anos de uso contínuo.

A fluoretação das águas de abastecimento público, embora seja tema de pesquisa em Odontologia desde a década de 40 tanto na área clínica como na área de Saúde Coletiva, ainda é um tema atual que merece pesquisa e vigilância para que se possa obter a eficiência na redução da prevalência de cárie dentária. É um método que reduz o número de dentes permanentes perdidos e o número de dentes atacados pela cárie dentária além de não depender do componente individual para sua aplicação pois, sendo o consumo de água natural, o benefício ocorre de modo involuntário.

A incorporação do flúor nas águas para o consumo humano em concentrações adequadas tem demonstrado eficiência, efetividade e eficácia, além de sua inocuidade para o organismo humano.

Após cerca de quatro décadas desde que se publicou o primeiro trabalho científico propondo a fluoretação das águas de abastecimento no Brasil (CHAVES *et al* 1953b), a medida foi finalmente implantada em São Paulo em outubro de 1985, em meio a questionamentos sobre sua segurança, eficácia, efetividade e custo-benefício (NARVAI 1997).

Desde então, pesquisas têm sido publicadas atestando a efetividade da fluoretação das águas (BROWN *et al* 1959; RIPA 1993) inclusive no município de São Paulo (NARVAI *et al* 2000b). Não há, até o presente, qualquer investigação cujo objetivo tenha sido analisar o custo-efetividade desta medida coletiva para a prevenção da cárie dentária no município. O objeto desta pesquisa focaliza exatamente esse aspecto, tomando como base a análise do cenário epidemiológico da cárie dentária

entre escolares da capital e, também, problematizando aspectos relacionados com os custos da fluoretação.

Neste estudo, aborda-se o impacto epidemiológico da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo no período de 1985 a 2003 e a mudança no perfil epidemiológico da cárie dentária, após 18 anos de implementação dessa medida, tendo como indicador de estudo a idade-índice de 12 anos e o incremento de cárie dentária em crianças de 7 a 12 anos de idade. Comparam-se os resultados de levantamentos realizados neste período com estudos anteriores, bem como identificam-se os gastos referentes aos custos de implantação e de manutenção do programa de fluoretação, estabelecendo-se a relação de custo-efetividade desta importante medida de interesse público, bem como a relação de custo-benefício da fluoretação no município de São Paulo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Águas de abastecimento e a fluoretação

A água está intimamente relacionada com o desenvolvimento da vida no planeta, pois foi a partir desta que a vida originou-se e permitiu o desenvolvimento de seres unicelulares até seres vivos complexos. A manutenção da vida depende fundamentalmente da disponibilidade da água assim como o desenvolvimento de civilizações depende da utilização racional dos recursos hídricos.

Hipócrates, celebre médico que viveu há 2.500 anos, em seu artigo “Ares, águas e lugares” (*apud* OPS 1988), ressalta a importância da observação das doenças baseada em evidências, além das características ambientais, da utilização da água e do comportamento das pessoas. Assim, com associação de diversos fatores, Hipócrates propõe medidas profiláticas e de cura para os enfermos:

“Quem deseja estudar corretamente a ciência da medicina deverá proceder da seguinte maneira. Primeiro deverá considerar que efeitos podem produzir cada estação do ano posto que as estações não são todas iguais. Sendo que diferem amplamente tanto em si mesma como em suas mudanças. O seguinte ponto se refere aos ventos quentes e os

frios especialmente aos universais mas também aqueles que são peculiares em cada região em particular”.

“Deverá também considerar as propriedades das águas, pois tal como estas diferem em sabor e peso também as propriedades de cada uma diferem grandemente das de quaisquer outras... Deverá considerar com o maior cuidado todas estas coisas e também aonde tem que ir os nativos para buscar água, se usam águas pantanosas e suaves, ou as que são duras e vêm de lugares altos e rochosos, ou são salobas e os aspectos (...) agora quero reafirmar que as águas, aquelas que trazem a enfermidade, e a saúde muito boa e os males e os bens que são possíveis que se originam nas águas”.

Assim, Hipócrates (*apud* OPS 1988) ressalta a importância da água e sua relação com a manutenção da vida e da boa saúde e também como veículo de transmissão de algumas doenças. A presença do *Vibrio cholerae* na água de abastecimento é um fator de transmissão da cólera, assim como a presença de um componente químico na água pode causar dentes manchados ou ter, como consequência desejada, a diminuição de prevalência de outra enfermidade. Esta diferença entre ser causa de uma enfermidade e/ou fator de proteção de outra é, no caso do presente estudo, apenas uma questão de dosagem deste elemento químico, o flúor.

Segundo MOORE e CORBETT (1973), a cárie acompanhou o homem desde os primórdios da civilização e, embora presente em 60% a

70% dos crânios, apresentava baixa frequência e atingia indivíduos adultos. Segundo NARVAI (2000a), no século XIX a cárie tornou-se pandemia devido à expansão no consumo de açúcar de cana em todo o mundo ocidental. Assim, a mudança de padrões alimentares levou a população ao convívio da dor, sofrimento e mutilação, que são consequências da cárie dentária.

O conhecimento de mecanismos de prevenção da cárie dentária através da utilização do flúor tem como consequência a mudança no quadro epidemiológico da doença. A relação do flúor com a cárie dentária, teve seu efeito comprovado a partir dos estudos iniciais de uma outra patologia, a Fluorose Dentária, doença com características endêmicas em algumas comunidades.

Segundo VIEGAS (1961), a presença de fluoretos em dentes de elefantes fossilizados foi observada pela primeira vez por Morozo (1802), e em esmalte de dentes humanos foi comprovada em 1805, por Morichini.

Em 1901 J.M. Eager médico da Marinha dos Estados Unidos, descreveu dentes manchados em habitantes de *Pozzuoli*, província de Nápoles na Itália e, na mesma época, esta observação foi feita pelo Prof. Stefano Chiaie, o qual atribuiu essas manchas à ingestão de água carregada de húmus vulcânico. Estes dentes foram então chamados de “*Denti di Chiaie*” (GANDRA 1951; BUENDIA 1996).

O cirurgião-dentista Frederick McKay observou, na cidade de *Colorado Springs*, a presença de dentes manchados na população desta comunidade que chamou de “esmalte mosqueado”. Posteriormente, estudos

de BLACK e McKAY (1916) relacionaram os dentes manchados a alguma substância presente na água de consumo. McKAY (1929) relatou que as crianças que apresentavam seus dentes manchados (fluorose dentária) apresentavam acentuada diminuição de cárie dentária.

DEAN (1933) estabeleceu a relação do flúor presente nas águas de abastecimento com a ocorrência de dentes manchados (fluorose dentária). Em 1934, DEAN propôs um sistema de classificação para a fluorose dentária segundo a severidade da lesão no esmalte dentário. Segundo VIEGAS (1961), Dean e Evolve, entre 1935 e 1937, procuraram estabelecer o limite mínimo de flúor que não produzisse fluorose endêmica e ainda fosse eficiente na prevenção parcial da cárie dentária, e concluíram que o teor de flúor a ser adicionado à água de abastecimento público deveria estar em torno de 1ppm. Com a concentração de 1ppm de fluoreto, deve-se encontrar 88% a 90% da população livre de sinais macroscópicos de fluorose dentária. Esta concentração de flúor permite a redução de dois terços, em média, dos problemas odontológicos que são representados pelo número de dentes atacados pela cárie dentária e pela extração dos primeiros molares permanentes.

2.2 Fluoretação artificial das águas de abastecimento

COX (1939) propôs à American Dental Association – ADA que recomendasse oficialmente a fluoretação das águas de abastecimento público. Esta recomendação ocorreria 11 anos depois, em 1950, quando já

estavam consolidados os resultados das primeiras experiências de fluoretação controlada (ADA 1951 citado in NARVAI 2000a).

ARNOLD *et al* (1962) em pesquisas longitudinais realizadas no período de 1945 a 1954 no Estado de *Michigan* (EUA) nas cidades de *Grand Rapids*, *Muskegon* e *Aurora* e a realizada por BROWN *et al* (1959) no mesmo período no Canadá, nas cidades de *Brandford*, *Samia* e *Strantford*, compararam dados epidemiológicos relacionados à prevalência de cárie dentária em crianças numa cidade com flúor natural, em outra cidade onde o flúor foi colocado artificialmente e em uma cidade controle sem flúor em suas águas de abastecimento público. Estes estudos provaram a associação do flúor com a prevenção da cárie dentária e demonstraram não haver diferença quanto ao efeito de redução de prevalência de cárie entre o flúor encontrado em mananciais (natural) e o flúor adicionado de maneira artificial na rede de água de abastecimento público.

Segundo BAKER (1948) citado por MAIER (1970), nos primórdios da humanidade a água era ingerida na forma que era encontrada na natureza; podendo ser pura e abundante, turva e escassa ou de baixa qualidade e potabilidade. As primeiras normas de qualidade estabelecidas pelo homem a respeito da água fixaram que esta deveria ser clara, insípida e inodora.

Segundo MAIER (1970), a adição de flúor na água de abastecimento foi uma “medida revolucionária”, pois no tratamento de água sempre se procurou eliminar matérias nocivas da água e introduzir

determinadas características a fim de alcançar os efeitos desejados. A adição de compostos fluorados não tinha nenhum benefício para o tratamento da água ou qualidade desta, mas um benefício para prevenção de cárie nas populações. À medida que foram sendo aceitos os aditivos à água tais como os compostos de alumínio, fósforo, cal e cloro, que contribuíram para a melhoria dos sistemas, foi também aceita a adição de fluoretos.

Nos anos 60, a adição de flúor na água de abastecimento já estava incorporada em muitos sistemas e em muitos países, e era procedimento normal e habitual como parte do tratamento da água (MAIER 1965).

Desde 1958, a Organização Pan-americana da Saúde (OPS, 1975, 1987), e a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1970, 1986), recomendam e estimulam que os países implementem a fluoretação das águas de abastecimento público para atender a população, visto ser essa medida a mais eficaz, segura e econômica para o controle da cárie dentária.

O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos, ao fazer um balanço das conquistas no setor de saúde pública no século XX, identificou a fluoretação das águas de abastecimento público entre as dez mais importantes ações da saúde pública (CDC 1999).

O Department of Health and Human Services dos Estados Unidos da América, estabelece como meta para o ano de 2010 que 75% da população seja beneficiada pela fluoretação das águas de abastecimento

público (CDC 2002). No ano de 2000, aproximadamente 162 milhões de pessoas (65,8%) eram beneficiados pela fluoretação das águas naquele país (CDC 2002).

2.3 Fluoretação no Brasil

O primeiro município no Brasil a fluoretar suas águas de abastecimento público foi Baixo Guandú, no Espírito Santo, em 31 de outubro de 1953, realizado pelo Serviço Especial de Saúde Pública (SESP) (VIEGAS 1961). Esta é uma data histórica pois, a partir dessa iniciativa pioneira, muitos estados e municípios adotaram a medida de prevenção como eixo de suas estratégias para enfrentar o problema da cárie dentária. A primeira capital a fluoretar suas águas foi Curitiba, em 1959 (NARVAI 2000a).

No Estado de São Paulo, a primeira cidade a fluoretar artificialmente suas águas para consumo humano foi Marília, em 12 de dezembro de 1956 (BUENDIA 1983). No Estado de São Paulo, a Lei Estadual nº 4.637, de 18 de abril de 1958, regulamentou a fluoretação no Estado (SÃO PAULO 1958).

A cidade de São Paulo teve suas águas de abastecimento público fluoretadas em 31 de outubro de 1985 (NARVAI 1997). A empresa responsável por esta fluoretação foi a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

A Lei Federal nº 6.050 de 24/05/1974 tornou obrigatória a fluoretação das águas de abastecimento público em todo o território brasileiro “*onde houver estação de tratamento de água*”. O Decreto Federal nº 76.872 de 24/12/1974 regulamentou a lei e a portaria nº 635 de 26/12/1975 e estabeleceu os padrões para operacionalização da medida (BRASIL 1976, NARVAI 2001).

Segundo a Lei Federal nº 6.050 de 24/05/1974, há uma previsão de financiamento destinado à implantação do sistema de fluoretação. Como consta no Art. 2º “A captação de recursos para a aquisição do equipamento e dos produtos necessários à fluoretação poderá ser feita mediante financiamento concedido por estabelecimento de crédito oficial” e no Art. 7º do Decreto Federal 76.872 de 24/12/1974 destaca que “Os órgão oficiais de crédito concederão facilidades para a obtenção de financiamento destinado à instalação dos sistemas de fluoretação da água” (BRASIL. 1976).

O Decreto Federal 76.872 de 24/12/1974 destaque em seu Art. 5º, diz que é responsabilidade do Ministério da Saúde e das Secretarias de Saúde a fiscalização e o cumprimento das normas estabelecidas no Decreto e no Art. 6º que “Os dirigentes dos órgãos responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água ficarão sujeitos às sanções administrativas cabíveis, de acordo com o regime jurídico a que estejam submetidos, pelo não cumprimento deste decreto e de suas normas complementares.” (BRASIL 1976).

Segundo NARVAI (2000a), a fluoretação das águas “apresenta um enorme potencial de universalização e, ademais, contribui para que as pessoas tenham acesso à água tratada, talvez a mais importante ação de saúde pública”. Ainda segundo NARVAI (2000a), “os principais interessados na fluoretação das águas de abastecimento público são os segmentos sociais de baixa renda, pois este grupo social é desfavorecido e desprovido de outros fatores de proteção ou com acesso marcadamente restrito”. Assim, “os que mais precisam não apenas obtêm o benefício mas, neles, este fator de proteção tem maior força”.

Garantir a fluoretação das águas, além do benefício já mencionado e de seu baixo custo, é uma medida “democrática”, que tem uma abrangência de 100% da população servida pela rede de abastecimento. É, conforme mencionado uma medida amparada legalmente no Brasil em âmbito nacional, desde 1974.

Água fluoretada é um direito de cidadania, mas é necessário também garantir a toda população o direito de acesso à água potável, um determinante para melhoria das condições de vida, de dignidade e de saúde geral das comunidades. Acesso à água potável é um direito do cidadão e um dever do Estado, com amparo legal na Constituição Brasileira.

Portanto, faz-se necessário um controle efetivo dos níveis de flúor das águas servidas pelas empresas distribuidoras. A vigilância das águas e seus teores de flúor (heterocontrole), deve ser parte da rotina da

Vigilância Sanitária dos municípios. Segundo NARVAI, (1997) “não fluoretar a água ou interromper a fluoretação sem razão para isso, quando esta medida é recomendada, constitui ato juridicamente ilegal, cientificamente insustentável e socialmente injusto”.

Segundos dados do Ministério da Saúde (BRASIL 2003), em 1996, apenas 60,8% da população tinham acesso à água tratada e 43,3% da população recebiam flúor na água de abastecimento. Em 1996 onze capitais não haviam ainda implantado o sistema de abastecimento com flúor.

Segundo GANDRA (1951), no Estado de São Paulo em 1950, foram coletadas informações sobre o teor de flúor na água de 334 cidades e em 12 reservatórios da capital. Segundo a pesquisa, 82,2% da população não tinham acesso à água tratada; o valor médio da concentração de flúor nos mananciais pesquisados era de, em média, 0,0968 ppm de flúor ($IC \pm 0,0062$). Segundo esta pesquisa, a concentração de flúor natural nos reservatórios era muito baixa para ter benefício na redução da prevalência de cárie dentária na população do estado.

CALVO (1996) fez um extenso levantamento sobre a situação das águas no Estado de São Paulo. Considerando os 625 municípios, a rede de abastecimento atingia 86% da população total e 93% da população urbanizada, sendo que 431 municípios apresentam flúor em suas águas de abastecimento. Isto representava 91,1% da população total e 91,8% da população com água de abastecimento. Segundo a pesquisa, a Sabesp fornecia água para 330 municípios (58,9% da população total), sendo que

97,8% dos municípios abastecidos pela Sabesp têm sistemas de fluoretação de água. Em relação aos municípios que eram abastecidos pelas prefeituras ou companhias autônomas, 64,7 % deles não apresentavam suas águas fluoretadas.

Segundo relatório do Conselho Regional de Odontologia de São Paulo (CRO-SP 2001), ocorreu um aumento na população servida por águas de abastecimento com flúor (94,9%). A Sabesp é responsável pelo abastecimento de 369 municípios sendo que todos têm suas águas fluoretadas. Já as empresas autônomas são responsáveis por 276 municípios. Destes, 46,4% não são fluoretados, o que representa 5,06% da população do Estado de São Paulo não beneficiada pelo flúor em suas águas de abastecimento.

Garantir a fluoretação das águas representa, além da certeza da redução de dentes acometidos pela cárie e perda precoce destes, uma luta também pela melhoria da qualidade de vida, pois para que ocorra a fluoretação, é necessário que as águas passem pelo processo de tratamento e de cloração, propiciando assim melhores condições de saúde da população e, conseqüentemente, da qualidade de vida. Embora o custo *per capita* seja relativamente baixo, segundo CHAVES (1953a), uma das maiores dificuldades na implantação da fluoretação nos sistemas de abastecimento público de água é o custo inicial na compra de equipamentos, devido aos poucos recursos municipais disponíveis. Esta justificativa

também aparece na pesquisa sobre a “Situação da fluoretação das águas de abastecimento público no Estado de São Paulo” (CALVO 1996).

Segundo PINTO (1993), “fatores econômicos sempre são responsáveis por uma interrupção no processo, em parte porque o flúor não é considerado essencial para a potabilidade da água”. Nos Estados Unidos, a fluoretação das águas teve considerável avanço em sua implementação nos períodos em que houve o custeio de implantação pelo setor público (PINTO 2000).

2.4 Custos da fluoretação

A Associação Americana de Saúde Pública, citada por CHAVES (1986), considera que avaliação “é o processo pelo qual se determina o valor ou o nível de sucesso na consecução de um objetivo predeterminado, incluindo quatro passos: a formulação de objetivos, a identificação de critérios de medida, a determinação e explicação do grau de sucesso e a recomendação para reajuste das atividades do programa”.

A análise de custos referente à programas ou ações de saúde deverá incluir tanto os custos de natureza fixa como os custos variáveis, os encargos de capital e os encargos individuais e sociais. Esta análise deverá conter os custos diretos e indiretos. Assim, com relação à avaliação econômica de serviços de saúde, UGÁ (1995) afirma que “o custo de cada linha de ação deve ser medido pelo sacrifício do uso alternativo mais próximo dos recursos reunidos”. Para melhor analisar a eficiência do método aplicado, deve-se compreender suas relações de “custo-eficácia”,

“custo- efetividade”, “custo-eficiência” e “custo-benefício”, e esta avaliação se propicia em diversos níveis, desde o ideal até o real.

Segundo PEREIRA (2000), *eficácia* é a investigação do impacto das tecnologias em condições ideais de observação, testando em laboratório, reproduzindo condições perfeitas, e controlando as variáveis intervenientes no processo. *Efetividade* é a utilização de tecnologias no plano real e a avaliação de seu impacto em condições normais com influências de inúmeras variáveis individuais e sociais em grupos populacionais e seu meio ambiente ou seja, no “*mundo real*”. A *eficiência* leva em conta, além do impacto de determinado programa ou ação, os recursos financeiros, os recursos humanos e os recursos materiais empregados nas tecnologias para o desenvolvimento do programa ou seja, a “*parte econômica da avaliação*”.

Segundo UGÁ (1995), a análise de custo-benefício “destina-se a avaliar a viabilidade econômica de projetos sociais, podendo-se aplicá-lo a um determinado programa ou a vários, para compará-los em termos de sua *rentabilidade social*”. Esta rentabilidade social pode ter influência direta na diminuição de gastos com o tratamento e a recuperação de doentes acometidos por agravos evitáveis ou uma ação indireta devido a melhoria da qualidade de vida e o aumento da esperança de vida da comunidade, revertendo o quadro epidemiológico na medida em que diminuem a morbidade e a mortalidade.

WHITE *et al* (1989) propõem que a determinação da efetividade da fluoretação das águas de abastecimento público na prevenção da cárie dentária em uma comunidade é influenciada por, pelo menos, 3 variáveis: o índice de cárie dentária inicial (antes da fluoretação) e as mudanças nos padrões da doença no tempo, levando em consideração o decréscimo natural dos padrões da doença; a mobilidade da população nesta comunidade e, finalmente, a proporção de pessoas com maior risco de cárie dentária.

WHITE *et al* (1989) identificam dez variáveis importantes para a identificação de custos diretos da fluoretação que são: custo político, custo trabalhista, custo químico, custo de equipamentos, custo operacional, custo de equipamento para monitoramento do flúor, quantidade de flúor natural, nível ideal de flúor, número de pontos de injeção e custo de consultoria técnica.

1. Custo Político – para iniciar a fluoretação em uma comunidade nos Estados Unidos da América é necessária a realização de um referendo popular. Assim, são realizadas campanhas contra e a favor da fluoretação e, no final, a fluoretação é submetida a um plebiscito para sua implantação ou não na comunidade. Isto representa um custo gerado no processo de decisão de aplicar a medida.
2. Custo trabalhista - número de empregados necessários para a manutenção do sistema e seus respectivos salários, ou seja, para

ajustar os níveis de flúor na água, para a manutenção do equipamento e para monitorar os níveis de flúor.

Segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), o custo trabalhista por ponto de injeção de flúor é de US\$ 1.000,00 ou seja, de US\$ 2,00/dia. GRIFFIN *et al* (2001), avaliaram que os custos trabalhistas variam de US\$ 7,00 a US\$ 9,00 por hora de trabalho.

3. Custo químico – envolve a escolha do produto químico (Fluoreto de Sódio, Ácido Fluorsilícico ou Fluorsilicato de Sódio), o custo do produto e a quantidade necessária a cada ano.

Segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), há um custo de US\$ 240,00 por ponto de injeção ou US\$ 0,66 por dia quando utiliza-se ácido fluorsilícico. Segundo NELSON e SWINT (1976), em *Houston* (EUA), o custo com o ácido fluorsilícico foi de US\$ 1.103.100,00 durante 20 anos sem ajuste, ou US\$ 151,11 por dia. WRIGHT *et al* (2001), descrevem o custo do ácido fluorsilícico em US\$ 200,00 por tonelada ou US\$ 0,18 por pessoa/ano. Para GRIFFIN *et al* (2001), o custo médio do ácido fluorsilícico é de US\$ 0,19 por pessoa variando segundo o volume adquirido. Assim, para o volume de um garrafão que corresponde a 15 galões (56,775 litros) o custo é de US\$ 0,25; para o volume de um tonel que corresponde a 55 galões (285,175 litros) o custo é de US\$ 0,18 centavos; e para volumes maiores como tanques de armazenamento o custo é reduzido para US\$ 0,11 por pessoa beneficiada pela fluoretação. Para DOWELL (1976), o custo do

produto sofre variação dependendo da distância entre a origem do suprimento do produto químico e o ponto de fluoretação na comunidade.

4. Custo dos equipamentos - devem incluir: o custo de aquisição, o custo de manutenção esperado, o tempo de durabilidade do equipamento (devido à necessidade de substituição pelo tempo de uso ou por se tornar obsoleto) computando, assim, o custo da sua substituição.

Segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), este custo é de US\$ 6.000,00 por ponto de injeção. Segundo MANAU *et al* (1987), temos US\$ 58.333,00 incluindo a instalação. Para HOROWITZ e HEIFETZ (1979), US\$ 0,05 por pessoa /ano.

Segundo WHITE *et al* (1989), o custo do capital da fluoretação tem um aumento anual na mesma proporção do aumento da população no mesmo período. Isto contradiz ao fato reconhecido de que há economia de escala de custo na fluoretação. Nos primeiros 10 anos, há uma redução considerável na prevalência da cárie dentária em média de 60% e, após este período, a redução continua ocorrendo mas em menor proporção. O custo de oportunidade de investimento do capital citado por WHITE *et al* corresponde ao financiamento público, que é um grande estímulo para a implantação da fluoretação (CALVO 1996; PINTO 2000). O custo de depreciação ocorre na medida em que o capital (equipamento) perde seu valor ao longo do tempo e não tem valor de revenda segundo RINGELBERG *et al* (1992), GARCIA (1989) e WRIGHT (2001).

Para levar em conta os custos de capital inicial e o de depreciação, é necessário haver uma amortização bem como uma atualização pelo período esperado de vida útil do equipamento. Este período varia entre 10 anos segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), 15 anos segundo RINGELBERG *et al* (1992), GARCIA (1989) e WRIGHT (2001), 20 anos segundo NELSON e SWINT (1976) e MANAU *et al* (1987), ou 25 anos segundo CARR *et al* (1980).

5. Custo operacional – o custo de operacionalização da fluoretação deve ser calculado anualmente incluindo os custos de eletricidade, aluguel, seguro e custos de espaço compartilhado. “Apesar de geralmente ser difícil o cálculo e inclusão, não é apropriado excluir estes custos e estes podem ter o valor estimado” (WHITE *et al* 1989), podendo ser calculados a partir dos custos da estação de tratamento de água.
6. Custo do equipamento de teste para a medição do nível de flúor ideal (monitoramento do flúor na água) - neste item de custo, inclui-se o tempo esperado de vida do equipamento e o custo de reposição do equipamento.
7. Quantidade de flúor natural - ou seja, o teor de flúor residual na água deve ser levado em conta para o cálculo de custos pois, assim contabiliza-se apenas a quantidade necessária do componente químico utilizado para atingir o nível ideal.

Para NIESSEN e DOUGLASS (1984) a quantidade de flúor encontrada nas águas antes do tratamento era de 0,1 ppm de flúor natural. Para NELSON e SWINT (1976), em *Houston* (Texas) a quantidade de flúor natural era muito pequena para poder ser registrada. GANDRA (1951), encontrou em 12 estações de tratamento, no município de São Paulo, o correspondente a 0,1 ppm de flúor de flúor natural.

8. Nível ideal de flúor – necessário na comunidade para atingir o maior benefício e menor risco.

NIESSEN e DOUGLASS (1984) sugerem a concentração de 1,0 ppm de flúor ao analisarem uma comunidade hipotética. RINGELBERG *et al* (1992) indicam 0,8 ppm de flúor para o estado da *Florida* (EUA). Para o Brasil sugere-se o nível ideal de 0,7 ppm de flúor (BRASIL 1974; CALVO 1996; NARVAI 2000c).

9. Número de pontos de injeção - necessários para a fluoretação, pois há um incremento de custo devido ao aumento do número de equipamentos dependendo do número de pontos de injeção.

WRIGHT *et al* (2001) analisando comunidades de 1.000 habitantes, dizem que há um aumento de custo se houver de 1 a 5 pontos de injeção. Já para comunidades acima de 10.000 habitantes, não há diferença no custo com relação ao número de pontos de injeção.

10. Custo de consultoria técnica - é importante separar o custo de instalação e honorários de consultoria ou engenharia do cálculo de

custo total pois estes valores não serão amortizados durante a vida útil do equipamento.

Segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984) as análises de custo-benefício e custo-efetividade são instrumentos analíticos que podem ser usados para avaliar as decisões de gastos públicos. Essas técnicas podem auxiliar a tomada de decisão na alocação de recursos escassos.

Na análise de custo-benefício é de fundamental importância, para NIESSEN e DOUGLASS (1984), elencar todos os custos tangíveis e intangíveis e que estes sejam enumerados e convertidos para um denominador comum, em geral “dólar” (referência monetária). O objetivo é maximizar o valor atual de todos os benefícios subtraindo o valor de todos os custos sujeitos a restrições específicas. Segundo estes autores, duas características da relação custo-benefício devem ser consideradas, a “largura do espaço” que é a abrangência do programa e o “comprimento do horizonte de tempo” que é o período no qual o programa está implantado ou foi avaliado.

DAVIES (1973) apresenta, uma fórmula para análise de custo-benefício numa série de trabalhos onde a equação relaciona, no numerador, todos os custos de implantação do programa preventivo e, no denominador, as economias de tratamento ocorridas devido à prevenção das doenças:

$$\text{Razão C/B} = \frac{\text{custo de implantação do programa preventivo}}{\text{economia dos custos de tratamento}}$$

Para NIESSEN e DOUGLASS (1984), na equação de custo-benefício, os benefícios tangíveis na odontologia são os relativos à economia de tratamento devido à prevenção da doença e são valorados ao preço de mercado para o tratamento de uma lesão de cárie. Já os custos indiretos ou intangíveis são excluídos da análise como vemos na equação de DAVIES (1973), e, por esta razão, os custos do programa são subestimados.

A proposta de DAVIES deve ser compreendida como um esforço teórico para produzir um indicador quantitativo de avaliação do custo-benefício com a finalidade de tornar operacional o procedimento avaliativo. De outro modo, como quantificar e, portanto, enquadrar em fórmulas matemáticas, variáveis como “dor evitada” ou “sofrimento psíquico” decorrente de cárie ou perda dentária? Mas ao obter valores e analisá-los há que considerar sempre a subestimação desses aspectos, paradoxalmente talvez os mais significativos. Assim, tais reduções precisam ser compreendidas e seu significado devidamente considerado.

Nas análises realizadas para o cálculo do custo-benefício de programas de fluoretação de águas de abastecimento, o dimensionamento do tempo é fundamental, pois os benefícios do flúor ocorrem a longo prazo.

Propomos uma inversão na fórmula de DAVES pois, em vez de trabalharmos custo/benefício, trabalharemos benefício/custo onde, na fórmula, o benefício é o numerador e o custo o denominador, para assim obtermos um produto, cujo resultado seja um número inteiro, facilitando a

visualização, a mensuração, a análise e a comparação dos resultados. Se o produto for igual a 1, os benefícios têm os mesmos gastos que os custos, e se o produto for maior que 1, conseqüentemente os benefícios são maiores que os custos empregados no programa. Se, ao contrário, o produto for menor que 1, o programa não é viável economicamente, sendo necessário, então, levarem em conta na avaliação, outros aspectos, como o interesse social, político, cultural, dentre outros.

Enquanto a análise de custo-benefício é usada para tomar decisões em diversas áreas e é, teoricamente a ideal, pois enquanto esta dimensiona os benefícios em valores monetários, a relação de custo-efetividade é segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), utilizada para comparar meios alternativos para atingir os resultados esperados ou ainda, quando medir os benefícios em termos numéricos se torna mais difícil.

Sendo assim, em programas preventivos de saúde bucal, a análise do custo-efetividade é usada para determinar o custo para salvar um dente cariado, perdido ou obturado (índice CPO-D ou superfícies do índice CPO-S) (HOROWITZ e HEIFETZ 1979; McCOMBIE 1979). A técnica consiste em dividir diferenças de custos de um programa pelo número de superfícies prevenidas pela cárie (não atacadas por cárie) usando uma estimativa de máximo benefício para cada ano. Como os programas não atingem sua redução de cárie nos primeiros anos de implantação este enfoque, segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), superestima a efetividade nos anos que antecedem a redução máxima.

WHITE *et al* (1989), analisaram a viabilidade do desenvolvimento de um programa a partir da diferença entre custo e benefício. Um programa viável apresentaria uma diferença positiva (maior que zero) entre seus benefícios e custos enquanto um programa inviável apresentaria uma relação contrária.

Ainda segundo WHITE *et al* (1989), para a análise da relação custo-efetividade devem ser levadas em conta algumas medidas: o aumento da permanência do elemento dental na cavidade bucal, o caso de doenças prevenidas ou identificadas, a alteração na taxa de prevalência ou incidência da doença e a melhora na qualidade de vida.

O modelo de avaliação de efetividade proposto por WEINSTEIN e STASON (1977), citado por WHITE *et al* (1989), apresentado no quadro 1, coloca os custos no numerador e subtrai destes os custos econômicos relacionados aos problemas evitados pela medida. No denominador encontra-se o efeito do programa (ajustado pela doença que o programa não preveniu e seus efeitos colaterais). Nesta equação, a economia de tratamento é um ganho e não um efeito, por isto está no numerador e não no denominador.

Quadro - 1. Componentes da equação de custo-efetividade proposto por WEINSTEIN e STASON (1977).

$\frac{\Delta C}{\Delta E} = \frac{\Delta C_{RX} + \Delta C_{SE} - \Delta C_{Morb} + \Delta C_{RXLE}}{\Delta Y - \Delta Y_{Morb} + \Delta Y_{SE}}$	
ΔC - Componentes do custo da equação	
ΔC_{RX}	Custos diretos do programa de fluoretação. (químicos, capital inicial, trabalhistas e operacionais).
ΔC_{SE}	Custo do tratamento dos efeitos colaterais associados ao programa: (fluorose).
ΔC_{Morb}	Economia dos custos de tratamento devido à prevenção ou alívio da cárie dental evitável. (restauração inicial de amálgama ou resina e as restaurações subseqüentes; as conseqüências de uma doença periodontal evitável pelo excesso de restauração ou outras conseqüências iatrogênicas).
ΔC_{RXLE}	Custo do tratamento de doenças que poderiam ter sido evitadas se o dente tivesse sido protegido pelo flúor. (custos endodônticos ou custos decorridos da doença periodontal que se desenvolveria em volta do dente que teria sido extraído caso não houvesse a fluoretação das águas).
ΔE - Componentes de efetividade da equação	
ΔY	Diferença na saúde bucal em locais com e sem fluoretação das águas de abastecimento. (medida em anos de vida do elemento dental; números ou a média de dentes e superfícies salvas; decréscimo na taxa de incidência de cárie).
ΔY_{Morb}	Ajuste na qualidade de saúde bucal devido à prevenção da morbididade associada à cárie dental não prevenida.
ΔY_{SE}	Ajuste na qualidade de saúde bucal devido aos efeitos colaterais do programa de fluoretação.

ATTWOOD e BLINKHORN (1989) realizaram um estudo de análise de custo da necessidade de tratamento em escolares de 5, 10 e 15 anos de idade comparando os dados do índice CPO-D de duas cidades (*Stranraer* e *Annan*, Escócia), respectivamente com e sem flúor, em suas águas de abastecimento público. Como resultado, observaram uma economia de 50% em média de lesões que necessitavam restauração e uma

redução de 87% no número de dentes que necessitavam extração dentária na cidade onde havia flúor na água de abastecimento.

AST *et al* (1970) compararam os fatores de custos em um período de 6 anos em crianças residentes em *Newburgh (New York)*, cidade fluoretada e *Kingston (New York)*, cidade sem flúor. As crianças que ingeriram água fluoretada durante a infância necessitavam um menor tempo gasto em tratamento odontológico (duas vezes menor) que nas cidades sem flúor enquanto, na cidade sem flúor o custo de tratamento foi mais elevado bem como foi maior o custo de manutenção do tratamento devido ao incremento de cárie. Estipulando que o valor de uma restauração por superfície é de US\$ 5,00 e de US\$ 6,00 para uma extração, o custo inicial de tratamento é de US\$ 13,86 e o custo de manutenção é de US\$ 5,18 em *Newburgh*. Em *Kingston*, os valores são de US\$ 33,73 e US\$ 11,23 para tratamento inicial e de manutenção, respectivamente.

WRIGHT *et al* (2001) realizaram uma análise do custo-efetividade da fluoretação das águas na Nova Zelândia, tentando estabelecer uma relação entre o tamanho de uma população e o custo de implantação do sistema de fluoretação. Duas outras variáveis foram levadas em consideração: o número de pontos de abastecimento e a composição sócio-demográfica da população. Concluíram que uma população com menor condição sócio-econômica tem maior benefício da fluoretação das águas como também a população de crianças, jovens e adolescentes. Os autores concluíram também que, em populações com menos de mil

habitantes, o custo da implantação do sistema seria muito alto, inviabilizando o método.

BIRCH (1990) relacionou o custo-efetividade do programa de fluoretação com o tamanho da população e o nível de cárie pré-existente em três comunidades de diferentes populações (60.000, 120.000 e 600.000 habitantes). Concluíram que há diferença de custo com relação a prevalência de carie pré-existente mesmo que as comunidades tenham tamanhos distintos.

GARCIA (1989) analisou os componentes dos custos de programas de prevenção. Custos como instalação do projeto, ampliação de construções e honorários de consultorias (gastos únicos), foram acrescidos aos custos do capital e amortizados por um período de 15 anos utilizando taxas de reajuste de 2% e 4%, além de terem sido ajustados pela inflação desde o ano de aquisição. O fator de ajuste utilizado foi o CPI-U (*all urban consumer price index*). Os custos de capital apresentados foram acrescidos aos custos operacionais para obter o custo direto total por ano.

RINGELBERG *et al* (1992) no quadro 2 analisaram o custo da fluoretação das águas em 44 comunidades da Florida (EUA) e, para tal, utilizaram a seguinte equação de custos: {custo total / *per capita*}, onde os custos totais são compostos pelos custos operacionais, e os custos de oportunidade acrescidos ao capital de depreciação. O custo total médio por ano habitante, após ajuste de 2%, foi de US\$ 0,41 por pessoa/ano, e para ajuste de 4%, foi de US\$ 0,45 por pessoa ano. O tamanho da população é

um fator importante na composição do custo final. Assim, para comunidades de até 10.000 pessoas o custo por habitante/ano é de US\$ 2,12; para comunidades com população entre 10.000 e 50.000 habitantes o custo é de US\$ 0,68; e, para comunidades com mais de 50.000 habitantes, o custo médio por pessoa/ano é de US\$ 0,31 para uma taxa de ajuste de 4%. Os custos médios anuais por sistema por pessoa foram de US\$ 1,14 e US\$ 1,25 para 2% e 4% de reajuste, respectivamente.

Quadro – 2. Componentes e resultados da equação de cálculo de custos proposto por RINGELBERG *et al* (1992).

Custos totais	Custos operacionais	Custo químico Acido fluorsilícico (por pessoa) US\$ 0,19	1 – Garrafão 15 galões	US\$ 0,25
			Tonéis 55 galões	US\$ 0,18
			Tanques de armazenagem	US\$0,11
		Custo trabalhista	de US\$ 7,00 a US\$ 9,00 / hora	
		Custo de operacionalização	US\$0,30 / pessoa	
	Custos de oportunidade de capital	Juros de 2 % e 4% sobre o investimento fixo inicial Dólar de 1988 usando o IPD – (implicit price deflator)	Custo inicial do equipamento	Custo por ponto de injeção: 1 ponto US\$ 7.376,00 - US\$ 92.061,00 2 a 3 pontos US\$ 6.974,00 - US\$ 59.009,00 4 pontos ou mais US\$ 6.974,00 - US\$17.486,00
			Custo de instalação (por pessoa) US\$ 1,10	
	Capital de depreciação	15 anos de vida útil do equipamento sem valor para revenda	2% US\$ 0,09	
		Fundo de caixa para depreciação (taxa de 2% e 4%)	4% US\$ 0,40	

GRIFFIN *et al* (2001) analisaram a economia de custo anual comparando comunidades com e sem flúor na água de abastecimento. Os resultados mostram uma economia em tratamento dentário por pessoa / ano de US\$ 15,95 para comunidades pequenas e US\$ 18,62 para grandes comunidades. “Baseando-se nas informações disponíveis sobre efetividade, custos de fluoretação da água, incremento de cárie dentária, e custo de durabilidade das restaurações dentárias, a fluoretação das águas de abastecimento público permite uma economia de custos significativa”. Para comunidades muito pequenas a fluoretação das águas não seria um método econômico segundo os resultados de GRIFFIN *et al* (2001), no contexto em que seu estudo foi desenvolvido.

GRIFFIN *et al* (2001) propõem a fórmula da evolução econômica onde se calcula o custo por pessoa, após um ano de exposição à água fluoretada baseando-se na equação de HADDIX (1996) – quadro 3, onde o custo líquido é o resultado do custo de fluoretação, subtraindo o custo de prevenção da doença, somado às perdas de produtividade. Sendo assim, se o custo final é negativo significa que a fluoretação das águas é rentável, ou seja, econômica.

Quadro – 3. Componentes e resultados da equação de economia de custo da fluoretação da água proposta por HADDIX (1996) .

Custo de prevenção da doença somado às perdas de produtividade (CPD+PP)	Incremento de cárie em comunidades não fluoretadas	6 a 17 anos = 0,8 – 2,6 média = 1,4 sup/ano 18 a 44 anos = 0,75- 1,47 média = 0,78 sup/ano 45 a 65 anos = 0,91- 1,31 média = 0,93 sup/ano	
	Índice CPO-S		
Pior Cenário US\$ 2,99 dólares	Efetividade da fluoretação	$\frac{CPOS_{NF} - CPOS_{F}}{CPOS_{NF}}$	Baixa efetividade = 0,04 Alta efetividade = 0,34 Valor de referência = 0,19***
Melhor Cenário US\$ 56,07 dólares	Custo médio de tempo gasto no trabalho de uma superfície cariada	Para cada grupo etário**** foi calculado o custo de confecção da restauração e custo de manutenção da restauração para toda a vida	US\$ 54,00 por superfície US\$ 18,12 o custo trabalho (1 hora de visita ao dentista) – (perda de produtividade) média US\$ 72,00
Base de referência US\$ 19,12 dólares		Tempo de vida de uma restauração de amálgama	Mínimo = 9 anos Média = 12 anos Máximo = 14 anos
		Equação para determinar o número esperado de substituições por grupo etário	65 anos - média de idade grupo etário
		Foram trabalhados em 10 grupos etários****	nº de substituições segundo a duração da restauração de amálgama

*CPOS_{NF} população residente em cidades não fluoretadas.

**CPOS_F população residente em cidades fluoretadas

*** Numero de superfícies prevenidas pela cárie após um ano de fluoretação

**** Grupos etários: 6-19; 20-24; 25-29; 30-34; 35-39; 40-44; 45-49; 50-54; 55-59; 60-64.

BARBISAN *et al* (1970) estimaram o custo da fluoretação na cidade de Curitiba, em 1968, em Cr\$ 0,288 por família ano e em Cr\$ 0,06 por pessoa/ano, tendo como base que o custo da adição de flúor (F/m^3) de água tratada foi de Cr\$ 0,0012. Segundo dados do DMAE e CORSAN (companhias de saneamento e abastecimento de água), o consumo mínimo de água foi de $20m^3$ mensal por família, onde o custo por m^3 de água tratada foi de Cr\$ 0,24 para a DMAE e CR\$ 0,39 mensal para a CORSAN. Nessas condições o custo da fluoretação representou 0,5% e 0,3%, respectivamente, do custo final de tratamento de água (Cr\$ 0,0012 por m^3). Na composição dos custos BARBISAN *et al* (1970) incluíram o produto químico (flúor) e o gasto com energia elétrica. O custo com pessoal para fluoretação não foi incluído pois, segundo os autores, não há necessidade de pessoal adicional para operar adição do flúor.

Em trabalho apresentado no 65º Congresso Odontológico Mundial, da Federação Dentária Internacional (FDI), realizado em 1977 em Toronto, Canadá, Flávio Luce, um dos pioneiros da fluoretação no Brasil, relatou que o custo da fluoretação da água, no Brasil, em 1975, fora de Cr\$ 1,00 por pessoa/ano, o que representava US\$ 0,06 (1 dólar americano equivalia a Cr\$ 15,00 em 1975). No Rio Grande do Sul, o custo seria de Cr\$ 1,50 por pessoa/ano ou US\$ 0,09 (LUCE 1977).

Estima-se que o custo relativo de aplicação de flúor esteja em cerca de R\$ 0,60 *per capita*/ano no Brasil (NARVAI 1997). GARCIA (1989) estimou o custo nos Estados Unidos variando de um mínimo de

US\$ 0,12 *per capita*/ano, para cidades com mais de 200.000 habitantes a um máximo de US\$ 5,41 *per capita*/ano, para cidades com menos de 10.000 habitantes. O custo médio fica em torno de US\$ 0,51 *per capita*/ano. Considerando que nos Estados Unidos a inflação anual média é de 4%, este valor seria irrisório segundo BURT (1989).

NEWBRUN (1978) *apud* PINTO (2000) estimou que para cada dólar empregado em fluoretação das águas, tem-se uma economia de 50 vezes em relação aos gastos com assistência em saúde bucal.

Segundo NEWBRUN (1996), o custo de fluoretação por pessoa/ano nos EUA, na década de 80 foi em média US\$ 0,25 podendo chegar até US\$ 0,50 por pessoa/ano. O custo do tratamento ocorrido com o incremento de cárie teve uma variação média de US\$ 38,00 a US\$ 42,00 por pessoa/ano.

A Secretaria de Estado de Saúde do Paraná divulgou que o custo da fluoretação das águas de abastecimento para o Estado do Paraná, no ano 2000 foi R\$ 0,15 por pessoa/ano e R\$ 0,75 por família/ano, sendo que a população total abastecida por água fluoretada pela SANEPAR foi de 7.269.947 pessoas. O custo total da fluoretação foi de R\$ 1.089.602,14. Neste valor estão incluídos os custos da fluoretação propriamente dita e, também, os custos de controle operacional. (SESP 2003).

2.5 Índice CPO-D e Fatores sócio-econômicos

Na saúde bucal coletiva, a busca para identificar um instrumento epidemiológico que pudesse refletir de maneira coerente o ataque da cárie dentária nas populações não foi tarefa fácil, pois trata-se de uma doença multifatorial (THYLSTRUP e FEJERSKOV 1988), onde cada superfície dentária apresenta uma suscetibilidade distinta e cada tipo de dente pode refletir uma experiência de ataque de cárie distinta devido as características anatômicas e período de erupção (KLEIN, PALMER e KNUTSON 1936), (THYLSTRUP e FEJERSKOV 1988). Além disto, a incidência pode variar de indivíduo para indivíduo bem como em diferentes comunidades devido a fatores sociais, econômicos, culturais, ambientais, nutricionais e de acesso aos bens e serviços.

Assim, o processo de construção de um índice que pudesse refletir a prevalência de cárie dentária de comunidades com informações consistentes e confiáveis e que pudesse um índice ser reproduzido em outras comunidades para comparações ao longo do tempo foi objeto de estudo de vários pesquisadores. ODENTHAL (1887) na Alemanha, examinou o número de dentes cariados na população e o número de indivíduos livres da doença; FENCHEL (1893), identificou o número de dentes cariados segundo sexo; GUILLERMIN (1895 - Suíça), CUNNINGHAM (1908 - Inglaterra), CAMPETELLI (1931 - Itália), TORO-FREILE (1933 - Equador) e KROHN (1935 - Dinamarca) levantaram dados sobre dentes atacados por cárie e porcentagem da população livre da

doença. MUNBLATT em 1933 separou os indivíduos por grupos etários considerando a idade e o número de dentes irrompidos, separando os dentes decíduos dos permanentes e definindo a “porcentagem de incidência de cárie”. O autor, também fez referência sobre o número de dentes com extração indicada e o número de dentes restaurados por pessoa.

Em 1937, KLEIN e PALMER realizaram um levantamento epidemiológico de cárie dentária em jovens índios de 35 tribos americanas e propuseram um instrumento epidemiológico para mensurar e identificar a “taxa de ataque de cárie dentária” na dentição permanente em grupos populacionais. O Índice CPO-D sugerido é composto pelo número de dentes permanentes cariados, perdidos (por cárie) e obturados em relação ao total de pessoas examinadas. Os autores também introduziram o conceito de composição percentual de cada componente do índice em relação ao CPO-D total (KLEIN e PALMER 1937).

Desde este período, o índice CPO-D é o instrumento utilizado em estudos epidemiológicos sobre cárie dentária, sendo o que melhor descreve as condições e a prevalência de cárie dentária em comunidades, por isso é largamente empregado em levantamentos epidemiológicos (KNTSON 1947; SCHEININ *et al* 1964; DURAN e DEL PASSO 1970). O índice também é utilizado para mensurar os efeitos de programas de prevenção de cárie dentária que utilizam a fluoretação das águas de abastecimento público (AST *et al* 1956; BROWN *et al* 1959; FREIRE 1961; VIEGAS e VIEGAS 1974), além de ser também uma importante ferramenta

para o planejamento de programas de assistência odontológica (VASCONCELOS 1959; CHAVES 1986; OMS 1987, 1997; NARVAI 1998).

Para mensurar e identificar o ataque de cárie em dentes decíduos, GRUEBBEL (1944), propôs o “índice ceo”. Esse índice corresponde, num indivíduo, à soma do número de dentes (decíduos) cariados ("c"), com extração indicada ("e") e restaurados ("o").

Estudos demonstraram que, a partir da década de 70, ocorreu uma significativa redução na prevalência da cárie dentária em crianças nos países desenvolvidos (BURT 1994; DOWER 1994; PETERSSON 1996), constatando que, acompanhado da redução da prevalência, ocorreu o fenômeno conhecido como polarização da doença, caracterizado pela concentração dos mais altos índices da cárie em pequenos grupos populacionais dentro de um mesmo país ou região (BURTON *et al* 1984; BURT 1994; DOWNER 1994;), ocorrendo assim uma desigualdade na experiência de cárie dentária entre as classes sociais (AL-MOHAMMADI 1997).

Alguns autores destacam que, além do uso de produtos fluoretados, o declínio da cárie dentário ocorreu, em alguns países, devido à melhora na higiene oral (OSCARSON *et al* 2003), à mudança no padrão de consumo de produtos açucarados (AINAMO 1987; SHEIHAM 1991; DOWNER 1999), à melhoria nas condições de vida da população (TREASURE e DEVER 1994; PINTO 1996; WEYNE 1997; MARCENES e BONEKER 2000; NADANOVSKY 2000), ao uso de antibiótico de forma

indireta (SHEIHAM 1984; BIRKELAND *et al* 2000), à mudança nos critérios de diagnósticos dos levantamentos populacionais (AINAMO 1987).

Em pesquisas populacionais realizadas no Brasil, esta redução também é verificada em 1986 e 1996 (BRASIL 1988, 1998), além de levantamentos realizados em alguns municípios que dão destaque ao fenômeno da polarização da cárie dentária, como em Santos – SP, 1995 (MANFREDINI 1996; FSP/USP 1996), Blumenau – SC, 1998 (PERES 1998) e Florianópolis – SC, 1995 (PERES 1996).

Sendo assim, outros fatores interferem no processo saúde-doença da cárie dentária além da “*Tríade de Keyes*” (KEYES 1962), atingindo de maneira desigual os desiguais ou, segundo FREITAS (2001) “a cárie dentária é uma doença social”, sendo influenciada por variáveis sócio-econômicas, demográficas e comportamentais.

PERES *et al* (2000), através de um estudo em Florianópolis, relacionou possíveis fatores para a alta severidade de cárie dentária (crianças com CPO-D $\geq$ 5 comparado com crianças com CPO-D = 0) e constatou que, crianças cujas famílias apresentaram renda familiar menor que 5 sm (salários mínimos), tinham 4,18 vezes mais chances de apresentar alta severidade de cárie comparada com crianças cuja renda familiar é superior a 15 sm. Outra variável significativa, no modelo final, foi a frequência de consumo de produtos cariogênicos. Crianças que consumiam estes produtos de duas a três vezes por dia, todos os dias, tinham 4,41

vezes maior chance de ter alta severidade de cárie quando comparadas com crianças que consumiam no máximo uma vez ao dia.

Estudo realizado por BALDANI *et al* (2002), nos municípios do Estado do Paraná, comparou o índice CPO-D e alguns Indicadores de Desenvolvimento Social e observou que há uma correlação entre os níveis de prevalência de cárie e os níveis de pobreza. Municípios com piores indicadores educacionais apresentaram maior prevalência de cárie e nos municípios onde havia maior porcentagem de domicílios com ligação de rede de abastecimento de água, os valores do CPO-D foram menores.

Segundo BALDANI *et al* (2002), a “importância deste benefício (água tratada), apresenta-se não só como um recurso para a redução dos níveis de cárie como também para atenuar o impacto das desigualdades sócio-econômicas” pois se observa-se que “grupos específicos da população permanecem com elevada prevalência de cárie dentária e apresentam maior vulnerabilidade ao agravo em associação mais intensa a fatores de risco e à privação social” (BALDANI *et al* 2002).

MALTZ *et al* (2001) observaram que os alunos que estudam em escolas públicas no Município de Porto Alegre – RS, tinham maior prevalência de cárie que os estudantes de escolas privadas. Com relação aos componentes do índice CPO-S, os alunos de escolas públicas apresentaram um número superior de superfícies de dentes cariados e perdidos enquanto que os alunos da rede privada apresentaram mais superfícies de dentes restauradas. Estes resultados também foram

observados nas pesquisas realizadas no município de São Vicente – SP, 1996 (FSP/USP - SS/SV 1996), e no município de São Paulo – SP, 1996 (SES/SP - FSP/USP 1997).

Fatores de privação social também têm impacto nos níveis de saúde bucal da população adulta. FRAZÃO *et al* (2003), analisando os resultados do estudo exploratório em trabalhadores de escolas no Estado São Paulo, observaram que a “experiência de cárie dentária em adultos residentes em cidades com água de abastecimento público fluoretada foi menor em comparação com adultos de cidades sem este benefício” e que “pessoas com renda inferior ou igual a meio salário mínimo apresentaram mais dentes cariados e perdidos”. Os autores observaram uma correlação positiva entre os indicadores de IDH e renda familiar com o número de dentes restaurados e uma correlação negativa com o número de dentes perdidos do índice CPO-D. Outros estudos também relatam que adultos que têm o benefício de água tratada têm menor prevalência no ataque de cárie (VIEGAS e VIEGAS 1988; HUNT 1989; STAMM 1990).

SAMPAIO (1993) relacionou o uso de flúor e a menor severidade de cárie dentária. FREYSKEBEN *et al* (2000) destacaram que o uso de dentifrícios com flúor nos programas preventivos contribuiu para a redução na prevalência de cárie. Para NARVAI *et al* (2000b) além destes fatores, o acesso à água de abastecimento público com níveis adequados de flúor tem papel fundamental na redução da prevalência da cárie dentária.

3. OBJETIVOS

A presente investigação teve os seguintes objetivos:

3.1 Objetivo geral:

Estabelecer uma estimativa do custo-efetividade da fluoretação das águas no município de São Paulo, no período de outubro de 1985 a 2003.

3.2 Objetivos específicos:

3.2.1 – Avaliar os níveis de cárie dentária no município de São Paulo, no período de outubro de 1985 a 2003, abrangendo 18 anos desde a implantação da fluoretação das águas de abastecimento público, tendo como indicador os valores do índice CPO-D na idade-índice de 12 anos.

3.2.2 – Obter informações em órgãos oficiais que permitissem admitir que a população do município de São Paulo foi exposta a níveis adequados de flúor nas águas de abastecimento público no período de 1985 a 2003.

3.2.3 – Estimar o valor gasto pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) com a fluoretação das águas no município de São Paulo no período de 1985 a 2003, bem como o custo *per capita*/ano.

3.2.5 – Estimar os custos da fluoretação em sistemas de tratamento de água em municípios de 5.000 a 100.000 habitantes e compará-los com os custos obtidos para o município de São Paulo.

4 . MATERIAL E MÉTODO

4.1 - Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo de caso, cujo objeto é a experiência de 18 anos de fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo (período de 1985 a 2003).

4.2 - Material

Levantou-se junto a SABESP, por meio de uma entrevista estruturada e documentos fornecidos pela empresa, informações referentes:

a) ao custo do ácido fluorsilícico e dos equipamentos necessários para a incorporação do flúor na água de abastecimento na cidade, considerando todas as Estações de Tratamento de Água (ETA);

b) ao custo de manutenção e tempo de vida estimado dos equipamentos para fluoretação;

c) porcentagem da população do município não coberta pela rede de tratamento de água;

d) a quantidade de flúor natural da água que chega nas ETA bem como a quantidade que a SABESP incorpora para obter a concentração ideal (0,7 ppm);

e) o volume de água consumido pela população no município;

f) as estratégias adotadas pela SABESP com relação ao controle dos teores de flúor.

Levantaram-se dados do controle dos teores de flúor realizado pela Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo no período de 1990 até 2002.

Levantaram-se informações de empresas fornecedoras de equipamentos para a instalação do sistema de fluoretação.

Buscaram-se os dados na literatura científica para respaldar teórica e tecnicamente a pesquisa, referente aos temas: cárie dentária, flúor, fluoretação das águas, efetividade da fluoretação, controle dos teores de flúor, instalação de sistema de fluoretação, custo da fluoretação, custo-efetividade e o custo-benefício.

4.3 – Dados da fluoretação

Foram utilizados alguns recursos para a obtenção dos dados:

A. Entrevista estruturada (Anexo 1)

- Foram realizadas duas entrevistas com o Eng. Alexandre Saron SABESP - ETA Guaraú em 25/10/02 e 16/08/03.

B. Entrevista Aberta

- Eng. Alexandre de A. Rodrigues, engenheiro de aplicação da DIGIMED Instrumentação Analítica (DIGICRON Analítica LTDA.) – empresa de fabricação de equipamentos de controle e análise de produtos químicos, realizada em 25/08/03.

C. Visitas

- Visitas à ETA Guaraú – para conhecer o sistema de tratamento de água, o processo de fluoretação e o controle operacional de monitoramento e dosagem do flúor, realizadas em 25/10/02 e 16/08/03.
- Visita à DIGIMED instrumentação analítica (DIGICRON Analítica LTDA.) – empresa de fabricação de equipamentos de controle e análise de produtos químicos, para a apresentação dos modelos de equipamentos para o controle de flúor: (aparelho colorímetro portátil, medidor de bancada microprocessado com eletrodo de flúor e o medidor de flúor em tempo real com saída para controle de bomba dosadora) além dos custos dos mesmos, realizada em 25/08/03.

D. Contato telefônico e por correspondência eletrônica (e-mail)

- Eng. Alexandre Saron (SABESP - ETA Guaraú).
- Sr. Osvaldo Yoshio Niida e Sr. Cícero Mirobo Rocha Filho (SABESP – Divisão de Macro Medição e Controle).
- Gerente Carlos Eduardo de Oliveira Sesso (SABESP - Superintendência de Suprimentos).

E. Documentos disponibilizados

a) SABESP

- Boletim diário de controle operacional – produtos químicos (relatório diário no qual constam informações coletadas de hora em hora sobre a dosagem de produtos químicos como sulfato de alumínio, cal virgem, cloreto férrico, sulfato férrico, polieletrólito, cloro e ácido fluorsilícico, com valores médios diários, além dos valores máximos e mínimos encontrados).
- Boletim diário de controle operacional – laboratório (relatório diário com informações dos dados das análises, realizadas de hora em hora, referentes a: pH, potencial zeta laser, turbidez, cor, cloro residual livre, flúor, metais, alcalinidade e nome do técnico responsável pelas análises, bem como o relatório da contra prova dos testes, incluindo o horário da coleta com valores médios, máximo, e mínimo diários).
- Relatório de monitoramento do sistema produtor integrado da Região Metropolitana de São Paulo – mensal (relatório mensal com dados das análises realizadas diariamente dos testes químicos, teor de flúor, análises bacteriológicas, resultados da média mensal dos valores máximos e mínimos encontrados, o desvio padrão da distribuição de frequência das análises, o intervalo de confiança para 95% de parâmetros e o limite inferior e superior. A partir destes dados e com cada um dos resultados da

análise dos produtos é realizada uma curva “*t de student*” obtendo assim a *probabilidade de atendimento aos padrões*. Todos os resultados são multiplicados entre si e deste resultado se aplica a raiz à nona obtendo **o índice de performace (IP)** dos resultados mensais.

- Controle de estoque de produtos químicos (relatórios diários do estoque, das entradas, consumo e devolução, segundo cada um dos produtos químicos utilizados para o tratamento de água, além de conter também neste relatório a leitura dos tanques de estoque dos produtos e um relatório das empresas, com as quantidades de cada produto que foi descarregado na ETA, além do nº da nota fiscal correspondente).
- Dados sobre o volume de água tratada em m³ na ETA Guaraú, de 1974 até 2003 (dados anuais), dados mensais do consumo em toneladas de ácido fluorsilícico de nov/1985 até dez/2003 e a relação entre Kg de flúor para cada 1.000 m³ de água tratada por ano.
- Relatório mensal da operação – custo mensal (relatório dos custos dos produtos químicos utilizados e volume correspondente: sulfato de alumínio, cal virgem, cloro líquido, ácido fluorsilícico, polieletrólitos, cloreto férrico e sulfato férrico). Também são apresentados os gastos com pessoal: salários e encargos, gastos com energia elétrica (os custos e o consumo mensal em kWh), os

custos de despesas internas e os custos de transportes. Tem-se assim o custo total da água aduzida, o volume de água tratada e o custo para cada 1.000 m³ de água mensal (relatórios de janeiro de 1998 a dezembro de 2003).

b) Fornecedores

- DIGIMED Instrumentação Analítica (DIGICRON Analítica LTDA.) - documentos técnicos sobre os equipamentos, o manual para o uso de eletrodos de flúor e o manual do analisador on-line de flúor. Também foi levantado o custo médio de uma bomba dosadora de vazão de água.
- POLICONTROL Instrumentos de Controle Ambiental, Industrial e Comercio Ltda. – documento técnico sobre equipamento de dosagem dos teores de flúor.

4.4 – Heterocontrole

Para aferir o teor de flúor adicionado às águas na cidade, foram solicitados dados à Secretaria Municipal da Saúde de São Paulo (SMS-SP) sobre a vigilância sanitária (heterocontrole) do flúor nas águas de abastecimento, considerando os diversos pontos do território do município. A SMS-SP dispunha dessas informações para o período de 1990 a 2003.

A finalidade era comparar os dados disponíveis do controle dos teores de flúor realizados pela SABESP e os dados da SMS-SP; verificar períodos de níveis abaixo do recomendado (falta de efetividade) ou acima do

recomendado (risco a saúde); observar o possível impacto no aumento dos custos da fluoretação decorrente da falta do produto no mercado, pois como o Ácido Fluorsilícico (H_2SiF_6) é subproduto da indústria de fertilizantes, sua produção tende a ser sazonal.

4.5 – Referencial Epidemiológico

Analisaram-se os dados epidemiológicos relativos à cárie dentária disponíveis para o período anterior a fluoretação (17 anos) (1969 até 1986) e nos 16 anos posteriores à fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo (1986 até 2002) para avaliar a mudança no quadro epidemiológico ocorrida antes e depois de iniciada a fluoretação.

Para analisar a situação da cárie dentária na população paulistana, no período do estudo, foram utilizados dados epidemiológicos produzidos por diferentes pesquisas, a saber:

A) - Índice CPO-D, índice de ataque e número de dentes irrompidos. Comportamento em escolares do Município de São Paulo, São Paulo, 1970 (SOUZA 1970);

B) - Características epidemiológicas da cárie dental na dentição permanente de escolares do grupo etário de 7 a 14 anos no Estado de São Paulo. São Paulo, 1987 (Município de São Paulo, dados de 1980 – 1982) (ROSA 1987);

C) - *Levantamento epidemiológico de cárie dentária em escolares no município de São Paulo, 1984* (SÃO PAULO 1985);

D) - Levantamento epidemiológico em saúde bucal. Brasil, zona urbana, 1986 (BRASIL 1988);

E) - Levantamento epidemiológico de cárie dentária - Brasil, 27 capitais, 1996 (MINISTÉRIO DA SAÚDE 1996);

F) - Levantamento epidemiológico da cárie dentária, oclusopatias e fluorose dentária, em crianças de 5 a 12 anos de idade, em escolas públicas e privadas do município de São Paulo, 1996 (SES-SP/FSP-USP 1997);

G) - Levantamento epidemiológico em saúde bucal: Estado de São Paulo, 1998 (SES-SP/FSP-USP 1999);

H) - Condições de saúde bucal no Estado de São Paulo em 2002 (SES-SP/FSP-USP 2002).

Com base nos dados epidemiológicos proporcionados por esses estudos de base populacional, a comparação permitira a projeção da mudança do quadro epidemiológico, a efetividade da fluoretação das águas de abastecimento público sobre a cárie dentária.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterização do Município

Em 1554 foi fundado o povoado denominado São Paulo de Piratininga. Em 22/03/1681 o povoado foi elevado à categoria de sede da Capitania. Elevando-se à categoria de Província em 16/12/1815 (SEADE 2003).

O município está situado na região leste do Estado de São Paulo e sudeste do Brasil. Ocupa, segundo o Instituto Brasileiro Geográfico e Cartográfico (IBGC), uma área territorial de 1.509 Km². Segundo o *Censo Demográfico-1970*, a cidade de São Paulo contava com uma população de 5.924.615 habitantes. Em 1980 apresentava 7.114.258 habitantes e, em 1991, a cifra era de 9.646.185 habitantes (IBGE 1970, 1980, 1991). Em 2000 a cidade de São Paulo contava com uma população de 10.398.576 habitantes (SEADE 2003).

Observa-se uma diminuição no crescimento demográfico de São Paulo na última década, em comparação com as décadas anteriores, de 70/80 e 80/91. A taxa de crescimento anual da população no período de 1991/2000 foi de 0,91% ao ano, (SEADE 2003).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é um indicador que agrega os índices de longevidade (esperança de vida ao nascer), índice de educação (número médio de anos de estudo e a taxa de analfabetismo da população acima de 15 anos) e a renda familiar *per capita*,

classificando os municípios em uma escala de 0 a 1. Em 2000 o IDH-M do município era de 0,841 valor que, segundo o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), representa uma cidade com alto desenvolvimento humano (acima de 0,800).

A taxa de analfabetismo na população acima de 15 anos na cidade era 4,9% em 2000, de acordo com a Fundação SEADE (2003). No Brasil, em 2000, esta taxa foi de 13,1% segundo o IBGE (2003).

A renda dos responsáveis pelos domicílios na cidade de São Paulo, em 2000, sem nenhum rendimento ou com rendimento de até 1 salário mínimo (sm) era de 16,84%; entre os que tem rendimentos superior a 1 sm e até 3 sm refere-se a 23,22%; com rendimento superior a 3 sm e até 5 sm representa 17,92%; com mais de 5 e até 10 sm equivale a 20,95%, e com rendimento que maior que 10 salários mínimos é de 21,07%. O rendimento médio dos responsáveis pelo domicílio era de R\$ 1.478,69 em julho de 2002 (SEADE 2003). Estes dados refletem uma grande desigualdade na distribuição de renda na cidade.

O município de São Paulo é a maior cidade do país em população, desenvolvimento econômico e geração de renda. Apesar disto, apresenta forte desigualdade social e desequilíbrio na distribuição de renda, refletindo o que ocorre em âmbito nacional.

Segundo o BIRD (Banco Mundial), o Brasil é o país mais desigual da América Latina e está entre os dez mais desiguais do planeta. Estes dados são obtidos através do índice Gini (escala de 0 – 1), que mede

a desigualdade social. Nos anos 90, o índice Gini para o Brasil era 0,59, já em 2002 ele diminuiu para 0,57. Apesar da pequena queda na última década, esta não teve impacto significativo para a mudança do quadro de desigualdade social, e para alteração no desequilíbrio na distribuição de renda.

O município de São Paulo apresenta características gerais de morbidade e mortalidade que permitem situá-la na denominada “transição epidemiológica”, uma vez que padrões epidemiológicos típicos das regiões menos desenvolvidas do país coexistem com perfis de morbi-mortalidade que se assemelham ao de países desenvolvidos (NARVAI 2001).

Um dos indicadores de saúde utilizados para refletir a melhoria ou a piora nas condições básicas de vida é o Coeficiente de Mortalidade Infantil (CMI), que mede o número de óbitos na população menor de um ano e tem como denominador o total de nascidos vivos naquela cidade no ano específico (base 1.000 nascidos vivos). Em 1970, o CMI na cidade era de 89,5‰; em 1980 o CMI era de 50,6‰; em 1990 o CMI era de 30,9‰; em 2000 o CMI era de 15,8‰; e em 2002 o CMI era de 15,1‰ segundo dados da Fundação SEADE (2003). A mortalidade infantil teve uma queda expressiva na última década reduzindo-se pela metade, porém não ocorrendo de forma uniforme por toda a cidade. Há regiões onde o CMI é menor que 6‰ enquanto que, em regiões mais periféricas, atinge 24‰ óbitos; refletindo assim a grande desigualdade nas condições de vida e no

acesso aos serviços de saúde nas diferentes regiões da cidade de São Paulo (PMSP 2003).

Em relação ao acesso da população à água tratada, dados mostram que em 1980, 94% da população recebiam este benefício e 44% dos domicílios tinham ligações da rede de esgoto, segundo a SABESP (2003). Em dezembro de 1994 houve um aumento da população com acesso à água tratada, atingindo 100% e 80% dos domicílios com coleta de esgoto. No ano 2002 100% da população tinham água tratada e 90% dos domicílios apresentavam coleta de esgoto (SABESP 2003).

Segundo dados da Fundação IBGE sobre o saneamento no Brasil em 2000 (IBGE 2004), o município de São Paulo é o que tem melhor cobertura da rede de abastecimento de água no país. A capital paulista apresenta 98,6% da população com acesso a rede de abastecimento público de água e 87,2% com acesso a rede de esgoto. Muitos distritos administrativos apresentam uma cobertura de 99,9% da população com acesso a rede de água sendo, que apenas em três distritos, a taxa de cobertura é inferior a 90%, são eles Anhangüera (86,5%), Parelheiros (59,3%) e Marsilac (0,95%).

Segundo os dados do IBGE, 1,4% da população não têm acesso a água tratada correspondendo a aproximadamente 149.092 habitantes no município de São Paulo, em 2000 (IBGE 2004).

No tocante ao aspecto dos serviços de saúde, o município contava, em 2000, com 15.889 leitos do SUS (Sistema Único de Saúde), uma relação de 1,53 leitos por mil habitantes.

Apesar do Sistema Único de Saúde - SUS ter sido implantado no Brasil a partir da Constituição de 1988 (BRASIL 1988), com a reorganização hierárquica das responsabilidades e atribuições das esferas federal, estadual e municipal no tocante as ações, ao acesso da população, à organização dos serviços, ao estabelecimento de prioridades, ao financiamento, como também à participação da população através dos conselhos de saúde e das conferências de saúde, a cidade de São Paulo apenas conseguiu municipalizar os serviços de saúde em 2002 e restabelecer os princípios doutrinários do SUS. Devido a gestões municipais anteriores que apresentaram políticas antagônicas de saúde, criando um sistema paralelo de saúde (PAS - plano de atendimento à saúde), trazendo marcas profundas para a saúde na cidade de São Paulo, o município deixou de receber financiamento federal e estadual para o setor. Neste período, três modelos de assistência na área da saúde coexistiam, o sistema do PAS, gerenciado por cooperativas; o SIMS (Sistema Integrado Municipal de Saúde), órgão da Secretaria Municipal de Saúde, além da Secretaria Estadual de Saúde que gerenciava quase que metade dos postos de atenção básica, o Programa de Saúde da Família "QUALIS", além de alguns hospitais de atenção terciária.

Com relação a recursos físicos e segundo dados da Secretaria Estadual de Saúde (SES), o município de São Paulo contava, no ano 2000, com 462 Unidades de Saúde de atenção básica e 769 equipamentos odontológicos instalados. Com relação a recursos humanos, o município contava com 1.343 cirurgiões dentistas (CD), 511 atendentes de consultório dentário (ACD) e 26 técnicos em higiene dental (THD) trabalhando em unidades de saúde municipais ou estaduais. Os dados de indicadores de avaliação e produtividade em 1998 mostraram que 12,15% da população tiveram acesso à assistência odontológica e 14,19% da população de 0 a 14 anos de idade foram cobertos por procedimentos coletivos (SES-SP 2002).

5.2 Dados Epidemiológicos

Serão descritos a seguir os levantamentos epidemiológicos em saúde bucal referentes à cárie dentária, realizados em escolares no período de 1969 a 2002, no município de São Paulo. Os índices utilizados foram o CPO-D e ceo-d e seus componentes referentes à condição de cárie dentária. Todos os estudos são transversais, realizados a partir de amostras de escolares nas idades de 5 a 14 anos, porém nem todos os estudos pesquisaram todas as faixas etárias.

Estes estudos foram realizados em distintos momentos históricos visando atender diferentes necessidades com distintos pesquisadores e/ou órgãos governamentais e universidades valendo-se de diferentes delineamentos amostrais e metodologias para obtenção dos dados.

O recurso metodológico de utilizar levantamentos de dados epidemiológicos ocorridos no período anterior a fluoretação (17 anos) (1969 até 1986) e nos 16 anos posterior a fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo (1986 até 2002) é uma estratégia de análise para a pesquisa, primeiro para observar a mudança no quadro epidemiológico ocorrido antes da fluoretação e após a fluoretação das águas no município. Segundo WHITE *et al* (1989), a determinação da efetividade da fluoretação das águas na prevenção da cárie dentária é influenciada pelo índice de cárie dentária no momento da fluoretação e as mudanças nos padrões da doença no tempo, levando em consideração o decréscimo natural dos padrões da doença, e a proporção de pessoas com maior risco de cárie dentária.

Na Tabela 5.1 são apresentados os dados da média do índice CPO-D nas idades de 7 a 12 anos nos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1969 a 2002 e o Intervalo de Confiança para 95% (IC_{95%}) da média de parâmetros populacionais segundo o Desvio Padrão da amostra.

Nos Gráficos 5.1 a 5.6 são apresentadas as médias do índice CPO-D e o IC_{95%} nas diferentes pesquisas realizadas no período de 1969 a 2002 no município de São Paulo nas idades de 7 a 12 anos respectivamente.

Tabela 5.1 - Média do Índice CPO-D e os Limites Inferiores (LI) e Limites Superiores (LS) para o IC_{95%}, nas idades de 7 a 12 anos dos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1969 a 2002.

IDADE	1969	1980	1982	1984	1986	1996^a	1996^b	1998	2002
7	-	2,18	2,12	2,12	2,07	0,24	0,46	0,30	-
LI - LS		2,14 - 2,22	2,07 - 2,17	-	1,93 - 2,22	0,15 - 0,33	0,30 - 0,62	0,16 - 0,44	
8	2,60	3,11	2,99	2,96	2,70	0,53	0,89	0,51	-
LI - LS	2,37 - 2,83	3,07 - 3,15	2,94 - 3,04	-	2,56 - 2,84	0,40 - 0,66	0,68 - 1,10	0,31 - 0,71	
9	3,43	3,86	3,59	3,56	3,59	0,75	1,12	1,05	-
LI - LS	3,18 - 3,68	3,81 - 3,91	3,53 - 3,65	-	3,42 - 3,75	0,59 - 0,91	0,92 - 1,32	0,77 - 1,33	
10	4,47	4,59	4,43	4,13	4,11	1,15	1,34	1,12	-
LI - LS	4,14 - 4,80	4,52 - 4,66	4,35 - 4,51	-	3,88 - 4,34	0,94 - 1,36	1,10 - 1,58	0,85 - 1,39	
11	4,91	5,82	5,44	5,20	5,17	1,56	1,85	1,61	-
LI - LS	4,41 - 5,41	5,73 - 5,91	5,34 - 5,55	-	4,85 - 5,49	1,28 - 1,84	1,55 - 2,15	1,27 - 1,95	
12	6,91	7,03	6,44	6,25	6,47	2,06	2,28	2,06	1,75
LI - LS	6,12 - 7,70	6,92 - 7,14	6,31 - 6,57	-	6,12 - 6,82	1,85 - 2,27	1,88 - 2,68	1,58 - 2,54	1,48 - 2,02

Fonte: 1969 - SOUZA (1970); 1980 – 1982 - ROSA (1987); 1984 - Secretária Municipal da Educação SP,(1984); 1986 - Ministério da Saúde (1988); 1996^a - Séc. Estado da Saúde / Fac. Saúde Pública (1997); 1996^b Ministério da Saúde (1996); 1998 - Séc. Estado da Saúde / Fac. Odontologia USP (1999); 2002 - Séc. Estado da Saúde (2002).

Gráfico 5.1 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 7 anos de 1969 a 1998. São Paulo.

Gráfico 5.2 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 8 anos de 1969 a 1998. São Paulo.

Gráfico 5.3 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 9 anos de 1969 a 1998. São Paulo.

Gráfico 5.4 - Média do índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 10 anos de 1969 a 1998. São Paulo.

Gráfico 5.5 - Média do Índice CPO-D, Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 11 anos de 1969 a 1998. São Paulo.

Gráfico 5.6 - Média do índice CPO-D, o Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 12 anos de 1969 a 2002. São Paulo.

Na Tabela 5.2 são apresentados os dados da média do índice ceo-d nas idades de 5 a 10 anos nos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1983 a 2002.

Tabela 5.2 - Média do Índice ceo-d nas idades de 5 a 10 anos dos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1983 a 2002.

IDADE	1983	1996 ^a	1996 ^b	1998	2002
5	5,22	1,70		1,55	1,81
6	5,27	1,45	2,14	1,59	
7	5,23	1,96	2,52	1,67	
8	4,12	2,09	2,28	2,19	
9	3,03	1,81	2,13	1,58	
10	2,56	1,29	1,62	1,04	

Fonte: 1983 - Secretaria Municipal da Educação SP, (1984); 1996^a - Sec. Estado da Saúde / Fac. Saúde Pública (1997); 1996^b Ministério da Saúde (1996); 1998 - Sec. Estado da Saúde / Fac. Odontologia USP (1999); 2002 - Sec. Estado da Saúde (2002).

Na Tabela 5.3 são apresentados os dados da porcentagem de crianças de 12 anos de idade livres de cárie dentária (CPO-D = 0) e o Intervalo de Confiança para 95% (IC_{95%}) de parâmetros populacionais segundo o Desvio Padrão da amostra, nos estudos epidemiológicos realizados no município de São Paulo no período de 1969 a 2002.

Tabela 5.3 - Porcentagem de crianças de 12 anos livres de cárie dentária (CPO-D = 0), Limite Inferior (LI) e Limite Superior (LS) da distribuição de frequência do IC_{95%}, município de São Paulo, período de 1969 a 2002.

12 anos	1969	1986	1996^a	1998	2002
% com CPO-D = 0	4,12	5,1	39,8	43,2	39,75
LI - LS	1,32 - 9,65	3,26 - 7,69	35,55 - 44,16	34,72 - 51,99	33,82 - 45,94

Fonte: 1969 - SOUZA (1970); 1986 - Ministério da Saúde (1988); 1996^a - Sec. Estado da Saúde / Fac. Saúde Pública (1997); 1998 - Sec. Estado da Saúde / Fac. Odontologia USP (1999); 2002 - Sec. Estado da Saúde (2002).

O gráfico 5.7 apresenta a porcentagem de crianças livres de cárie dentária na dentição permanente (CPO-D = 0) e o IC_{95%} na idade de 12 anos nos levantamentos epidemiológicos realizados na cidade de São Paulo no período de 1969 a 2002.

Gráfico 5.7 - Porcentagem de crianças com CPO-D = Zero, Limite Inferior e Limite Superior do IC_{95%} para a média populacional, na idade de 12 anos de 1969 a 2002. São Paulo.

5.3 Heterocontrole

A Lei Federal nº 6050/74 tornou obrigatória a fluoretação das águas de abastecimento público em todo o território brasileiro (BRASIL 1976). No Estado de São Paulo a Resolução SS-250/95, de 15/8/95, estabeleceu que, para os municípios do Estado de São Paulo, as águas tratadas para abastecimento público devem conter 0,7 mg de flúor por litro (0,7 ppm), sendo aceitável uma variação no teor de 0,6 a 0,8 mgF/L onde teores abaixo ou acima deste intervalo caracterizam a água como “fora do Padrão de Potabilidade” (SÃO PAULO 1995).

Segundo MAIER (1971), a eficácia preventiva da fluoretação das águas de abastecimento público, em relação à cárie dentária, depende da continuidade da medida ao longo do tempo. Para CHAVES *et al* (1953), a interrupção permanente faz cessar os benefícios; a adição de pequenas quantidades do produto torna a medida inócua e a adição de quantidades excessivas de flúor pode causar fluorose dentária.

Para NARVAI (2001), é indispensável um controle permanente da fluoretação das águas de abastecimento público.

Este controle dos níveis de flúor nas águas de abastecimento público pode e deve ser realizado por dois métodos: “o *controle operacional*, realizado pela empresa de tratamento de água, integrado ao conjunto de procedimentos de controle da operação nas estações de tratamento de água (ETA)” e o “*heterocontrole*, realizado pelos órgãos de vigilância sanitária do poder executivo, com o objetivo de assegurar que o produto oferecido ao

consumo da população atenda aos dispositivos legais e não apresente riscos à saúde humana” (NARVAI 2000c).

A empresa responsável pelo tratamento e distribuição de água na cidade de São Paulo é a SABESP e, assim, o controle operacional dos níveis de flúor na água de abastecimento é realizado nas Estações de tratamento de água através de três métodos diferentes. O primeiro método é realizado através de um medidor digital on-line ligado diretamente à bomba de dosagem onde é realizado o controle contínuo dos níveis de flúor. O segundo método ocorre através de medições a cada hora durante as 24 horas do dia por meio de um sistema digital com eletrodos de íons seletivo. O terceiro método de controle se dá através de uma análise diária realizada em um laboratório central, cujos resultados são apresentados através de documento diário, *“Boletim diário de controle operacional – Laboratorial”* e de um relatório mensal de controle da qualidade da água (cloro, pH, cor, turbidez, metais, teste bacteriológico e o flúor), o *“Monitoramento de Sistema produtor integrado da RMSP”*.

O heterocontrole é realizado no município de São Paulo desde janeiro de 1990 pela Prefeitura Municipal de São Paulo através da Secretaria Municipal da Saúde (SÃO PAULO 1990; SCHNEIDER FILHO *et al* 1992), quando eram coletadas amostras mensais em 60 pontos distribuídos pelo território do município, em 1993 passaram a ser 62 pontos, em 1997 foram observados 63 pontos e em 2001 a coleta de água para análise se deu em 62 pontos da capital. Após as análises químicas, os resultados são enviados

para o nível central da SMS-SP onde os dados são analisados e um relatório é elaborado (NARVAI 2001; SÃO PAULO 2001, 2002, 2003, 2004).

Os resultados do heterocontrole realizado no município de São Paulo no período de 1990 a 1999 foram analisados por NARVAI (2001), e nos anos de 2000 a 2003 foram obtidos através dos relatórios municipais (SÃO PAULO 2001, 2002, 2003, 2004). O gráfico 5.8 apresenta os dados das condições das amostras segundo a fluoretação da água no município de São Paulo no período de 1990 a 2003. As amostras foram classificadas segundo os teores de flúor (teor aceitável na faixa de 0,6 a 0,8 mgF/L (ppm), e teor inaceitável acima ou abaixo desta faixa).

Gráfico 5.8 – Resultados do heterocontrole de flúor nas amostras das águas de abastecimento no período de 1990 a 2003 no município de São Paulo.

Fonte: NARVAI 2001; SÃO PAULO 2001, 2002, 2003, 2004.

A tabela 5.4 apresenta os dados referentes ao consumo de ácido fluorsilícico na Estação de Tratamento de Água Guaraú nos meses de fevereiro a junho no período de 1988 a 1993, a média de consumo anual e os limites inferior e superior segundo intervalo de confiança de 95%. Estes dados foram retirados do ANEXO 2, onde há dados do volume de água tratada da ETA Guaraú de 1974 a 2003 e o consumo de flúor de 1985 a 2003.

Tabela 5.4 – Média de consumo anual de ácido fluorsilícico em toneladas, e o IC_{95%}, segundo meses dos anos no período de 1989 a 1993 na ETA Guaraú, São Paulo.

ANO	Meses						Média de consumo anual	L I - LS
	Fever.	Março	Abril	Mai	Junho	Julho		
1988	231	219	237	231	232	223	230,4	218,6 - 240,2
1989	236	221	70	246	257	230	231,8	203,1 - 260,4
1990	234	233	134	148	274	246	238,8	211,1 - 265,8
1991	245	183	134	235	266	273	257,8	226,3 - 289,3
1992	248	40	162	288	303	180	242,3	200,0 - 285,0
1993	265	307	304	277	282	279	291,3	268,2 - 314,3

Fonte: Relatório Consumo AFS na ETA Guaraú 2003.

Pode-se observar na tabela 5.4 que a população servida por água de abastecimento no município de São Paulo foi beneficiada, entre 1985 e 2003, pelo flúor. Embora tenham ocorrido problemas identificados nas amostras colhidas pelo heterocontrole realizado pela SMS-SP, estes resultados são confirmados através dos dados de flúor na ETA Guaraú pois, nos períodos de 1989 e 1992, ocorreram, em alguns meses do ano, menor adição do ácido fluorsilícico. Este fato ocorreu devido à entressafra da indústria de fertilizantes ocasionando falta do produto no mercado, levando a SABESP a diminuir a colocação de flúor em quantidade necessária no sistema. Após a correção destas falhas, os teores de flúor passaram a estar dentro dos valores aceitáveis em mais de 96% das amostras no período de 1993 a 2002.

Segundo a SABESP, havia escassez de AFS no mercado no período de entressafra da produção de fertilizantes e por isto as empresas fornecedoras não estavam entregando o produto na quantidade necessária para a fluoretação das águas nos níveis recomendados. As empresas fornecedoras, Elekeiros, IAP, Coperbrá e Fosfertil, alegaram que, além dos períodos de entressafra, a produção de fertilizantes havia diminuído no Brasil nos últimos anos devido à crise econômica no Governo Fernando Collor de Melo como também devido à importação de fertilizante a um custo menor (SILVA 1992).

Segundo NARVAI (2001), devido ao fato das amostras examinadas no heterocontrole estarem acima de 93% no nível considerado ótimo, a população esteve efetivamente exposta à ação preventiva do flúor.

5.4 Custos da fluoretação

5.4.1 Entrevista na SABESP

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) conta com 8 (oito) sistemas interligados de abastecimento de água sendo que 5 (cinco) destes sistemas são destinados ao abastecimento da cidade de São Paulo.

Todos os sistemas utilizam, como componente químico para a fluoretação das águas, o ácido fluorsilícico.

Na Tabela 5.5 estão relacionados os oito sistemas de abastecimento de água da grande São Paulo (os cinco primeiros sistemas abastecem a cidade de São Paulo). O quadro apresenta informações referentes a: vazão de água em metros cúbicos por segundo (m^3/s); quantidade de ácido fluorsilícico consumida por dia (T/d – toneladas/dia), quantidade e tamanho de cada tanque de armazenamento, além da capacidade de estocagem do produto no próprio sistema de abastecimento.

A SABESP tem um depósito central de armazenamento e distribuição dos produtos utilizados no processo de beneficiamento da água. Cada ETA envia para a central de distribuição uma planilha diária contendo o controle de estoque de cada produto, a quantidade recebida dos mesmos

e quantidade consumida por dia. Com estas informações é realizado o controle logístico da distribuição do estoque regulador para as ETA.

Tabela 5.5 - Estações de Tratamento de Água da Grande São Paulo, segundo vazão de água, consumo diário de ácido fluorsilícico, número de tanques de armazenagem e capacidade de estocagem. São Paulo, 2004.

ETA	Vazão da água m³ / s	AFS T/d	Tanques arm. Capacidade tq	Estocagem m³
Guaraú –			12 tq	
Cantareira	33 m³ / s	10 T/d	50 m³	600 m³
Guarapiranga -			12 Tq	
Alto da Boa Vista	14 m³ / s	4,45 T/d	25 m³	300 m³
AltoTietê			3 Tq	
	9,5 m³ / s	2,75 T/d	50 m³	150 m³
Rio Grande			2 Tq	
	4,5 m³ / s	1,10 T/d	30 m³	60 m³
Rio claro			2 Tq	
	4 m³ / s	1,00 T/d	50 m³	100 m³
Ribeirão da Estiva	0,5 m³ / s	-	-	-
	500 L /s			
Alto Cotia	0,9 m³ / s	-	-	-
	900 L /s			
Baixo Cotia	0,6 m³ / s	-	-	-
	600 L /s			
São Paulo	65 m³ / s	19,30 T/d	-	1.210 m³

Nota: Ainda que o objeto desta pesquisa se refira ao município de São Paulo, apresentam-se dados de abastecimento das ETA, que abastecem a Região Metropolitana de São Paulo.

A Estação de Tratamento de Água de Guaraú é uma das maiores estações de tratamento de água da América Latina com capacidade de vazão de água de $33 \text{ m}^3/\text{s}$. em média diária. A estação consome aproximadamente 10 toneladas de Ácido Fluorsilícico (AFS) por dia e tem capacidade de estocagem cerca de 600 m^3 . A densidade do produto corresponde a $1,27 \text{ g/cm}^3$ AFS sendo que a concentração $\cong 25\%$; totalizando um gasto diário de $7,874 \text{ m}^3$ representando uma autonomia de trabalho de 76 dias sem reposição dos estoques nesta ETA.

A Estação de Tratamento de Água de Guarapiranga ou Alto da Boa Vista apresenta uma capacidade de vazão de água de $14 \text{ m}^3/\text{s}$. Em média a estação consome 126 litros por hora, o que representa 4,45 T/d de AFS e tem capacidade de estocagem de 300 m^3 em 12 tanques, divididos em 4 módulos de 3 tanques. O gasto diário é de $3,504 \text{ m}^3$ por dia representando uma autonomia de trabalho de 86 dias sem reposição dos estoques nesta ETA.

A Estação de Tratamento de Água do Alto Tietê apresenta uma capacidade de vazão de água de $9,5 \text{ m}^3/\text{s}$. em média. A estação consome 90 litros por hora o que representa 2,74 T/d de AFS e tem capacidade de estocagem de 150 m^3 em 3 tanques. O gasto diário é de $2,158 \text{ m}^3$ por dia representando uma autonomia de trabalho de 70 dias sem reposição dos estoques nesta ETA.

A Estação de Tratamento de Água do Rio Grande apresenta em média uma capacidade de vazão de água de $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$. A estação

consome 36 litros por hora o que representa 1,10 T/d de AFS e tem capacidade de estocagem de 60 m³ em 2 tanques. O gasto diário é de 0,864 m³ por dia, o que representa uma autonomia de trabalho de 70 dias sem reposição dos estoques nesta ETA.

A Estação de Tratamento de Água do Rio Claro apresenta uma capacidade de vazão de água de 4,0 m³/s. Em média, a estação consome 36 litros por hora o que representa 1,00 T/d de AFS e tem capacidade de estocagem de 50 m³ em 2 tanques. O gasto diário é de 0,787 m³ por dia representando uma autonomia de trabalho de 127 dias sem reposição dos estoques. A ETA do Rio Claro abastece apenas uma pequena parte da cidade de São Paulo e é abastecida pela interligação dos sistemas.

Na cidade de São Paulo consome-se, por dia aproximadamente em média, 19,3 toneladas de do ácido fluorsilícico (H₂SiF₆) sendo que, segundo informações dos relatórios de controle das estações de tratamento de água, a quantidade de flúor natural vinda dos rios e mananciais que abastece as ETA é cerca de 0,1 ppm de flúor, tornando-se necessária a adição de 0,6 ppm para se obter uma concentração final ideal de 0,7 ppm de flúor na água.

A adição do AFS na água de abastecimento é realizada no final do processo, quando a água já está tratada, clorada e com o pH corrigido. A fluoretação das águas é realizada através de um sistema de bombas dosadoras que têm um mecanismo digital de controle interligado com os sinais de vazão da rede. Assim, quando diminui o fluxo de vazão da água no

sistema, a bomba dosadora diminui a quantidade do produto adicionado à água, mantendo constante a dosagem correta do flúor.

O controle de dosagem de todos os produtos químicos é realizado em um laboratório dentro da ETA com intervalos de hora em hora durante todo o dia. A análise do flúor é feita através de um sistema digital com eletrodos de íons seletivos. Este método de análise é específico e preciso na aferição da dosagem. Esta metodologia utilizada é recomendada e preconizada pela “*Standard Methods*” (APHA, 1985). Os dados referem-se ao “*Boletim diário de controle operacional – Laboratorial*” realizado na ETA Guaraú. No relatório constam as medições realizadas de hora em hora de todos os produtos químicos, inclusive o flúor; o valor máximo e mínimo verificado e a média do dia, além do nome do técnico responsável pelos testes.

Além deste controle na ETA, a SABESP realiza um controle de contra prova diariamente em toda as estações. As amostras coletadas são enviadas para um laboratório central onde são realizados os testes de Cloro, pH, cor, turbidez, presença de metais como ferro, manganês e alumínio, teste bacteriológico e a quantidade de íon flúor presente. Os dados são apresentados com as médias das amostras coletadas, os limites mínimos e máximos encontrados e seu desvio padrão. A partir destes dados e com cada um dos resultados da amostra, é realizada a curva “*t de student*” , obtendo assim a *probabilidade de atendimento aos padrões*. Todos os resultados são multiplicados entre si e o produto se aplica a raiz à nona

obtendo ***índice de performace (IP)***. Este valor é emitido por um relatório mensal para cada ETA. Em agosto de 2002 e outubro de 2002 respectivamente, o valor médio encontrado na ETA Guaraú para o ácido fluorsilícico foi 0,70 ppm e 0,71ppm com probabilidade de atendimento aos padrões de 99,9 e 99,3 respectivamente. O IP correspondente a estes meses foi de 99,9. Estes resultados observados são enviados para a Secretaria Municipal de Saúde.

A ETA Guaraú também possui um analisador contínuo de flúor digital (on-line). Este aparelho faz a medição automática e contínua, alterando os dados de acordo com a vazão e possibilitando ao operador verificar no visor qualquer alteração do flúor no sistema. O operador também realiza o teste no laboratório através dos eletrodos. Este aparelho, além de realizar a medição contínua, também controla a dosagem de flúor na bomba dosadora.

Estes funcionários do laboratório da SABESP trabalham 36 horas semanais no regime de turnos e o salário médio é de R\$ 1.500,00 (não incluindo os benefícios). Há também um rodízio entre funcionários por todas as áreas de trabalho da ETA para que estes tenham conhecimentos sobre as etapas de tratamento de água bem como também sobre as áreas de trabalho da Estação de Tratamento, ocorrendo treinamento interno para os operadores. O tempo médio gasto pelos técnicos da ETA para a análise do flúor é de 15 minutos.

A ETA Guaraú produz um relatório mensal de despesas de gastos com produtos químicos (Sulfato de alumínio, Cal virgem, Cloro líquido, Ácido fluorsilícico, Polieletrólito, Cloreto férrico e Sulfato férrico) e outros gastos (gastos com pessoal, energia elétrica, compras internas e transporte), tendo como resultado final o custo total da água aduzida, o total de água tratada por mês e o custo final de 1.000 m³ de água tratada na ETA.

A compra do AFS se processa por meio de licitação pública, ocorrendo anualmente. A compra é centralizada pela SABESP para toda as ETA e o produto é fornecido por indústrias de fertilizantes localizadas no município de Cubatão. Há duas indústrias responsáveis pelo fornecimento do AFS, a Fosfertil (Empresa do Grupo Ultra Fértil) e a Copebrás.

Desde a implantação do sistema de fluoretação, nenhum dos tanques de armazenagem ou bomba dosadora do ácido fluorsilícico foram trocados, passando por manutenção preventiva periodicamente e manutenção reparadora quando necessário. Como o sistema foi implantado há mais de 17 anos, o custo de instalação inicial dos equipamentos já se diluiu ao longo dos anos.

Outras despesas como compra de equipamentos, tanques de armazenagem, bombas dosadoras de flúor, medidores digitais, despesas com treinamento e atualização dos funcionários, despesas de laboratórios e manutenção do sistema não puderam ser dissociados dos gastos totais de toda a rede de abastecimento.

A tabela 5.6 apresenta o total de consumo de ácido fluorsilícico (AFS), o volume de água consumida em metros cúbicos (m^3), a relação de AFS por 1.000 m^3 de água nos anos de 1985 a 2003, a média de consumo mensal, o desvio padrão e o $\text{IC}_{95\%}$, na Estação de Tratamento de Água Guaraú.

A tabela 5.7 apresenta os custos anuais de tratamento de água na ETA Guaraú no período de 1998 a 2003, o volume total de água tratada e a relação de custo em R\$ para cada 1.000 m^3 de água tratada. A composição final do custo está estratificada segundo: Ácido Fluorsilícico (consumo em toneladas, o custo do flúor o custo por tonelada); Produtos Químicos (sulfato de alumínio, cal virgem, cloro líquido, polieletrólito, cloreto férrico e sulfato férrico); Recursos Humanos (custos com salários e encargos trabalhistas); Energia Elétrica (kWh e o custo); Transporte e outras despesas (despesas internas da ETA). Também é apresentada a relação percentual de cada componente do custo em relação ao custo total do tratamento de água.

Tabela 5.6 – Consumo anual de ácido fluorsilícico, consumo de água (m³), consumo total de ácido fluorsilícico (AFS) por volume água (Kg/1000m³), média de consumo de ácido fluorsilícico, desvio padrão e o IC_{95%}, na ETA Guaraú no período de 1985 a 2003, São Paulo.

ANO	AFS (Ton.)	Volume água (m ³)	AFS (Kg/1000m ³)	Média consumo Mensal (AFS)	Desvio Padrão do consumo (AFS)	L I - L S
1985*	360	634.106.706	0,57	180,0	1,0	178,6 - 181,4
1986	2.323	728.049.783	3,19	193,6	19,7	182,4 - 204,7
1987	2.737	829.085.938	3,30	228,1	8,4	223,3 - 232,8
1988	2.765	871.203.015	3,17	230,4	13,8	222,6 - 238,2
1989	2.781	895.180.016	3,11	231,8	50,6	203,1 - 260,4
1990	2.865	917.960.822	3,12	238,8	47,9	211,1 - 265,8
1991	3.093	945.452.654	3,27	257,8	55,6	226,3 - 289,3
1992	2.908	959.560.278	3,03	242,3	75,4	200,0 - 285,0
1993	3.495	1.000.999.412	3,49	291,3	23,0	278,2 - 304,3
1994	3.494	1.038.264.615	3,37	291,2	22,8	278,3 - 304,1
1995	3.745	1.057.707.271	3,54	312,1	35,0	292,3 - 331,8
1996	3.743	1.053.538.830	3,55	311,9	19,6	300,8 - 323,0
1997	3.685	1.047.106.323	3,52	307,1	40,2	284,3 - 329,8
1998	3.502	1.037.797.978	3,37	291,8	27,6	276,2 - 307,5
1999	3.734	1.045.568.497	3,57	311,2	27,4	295,6 - 326,7
2000	3.703	1.019.521.640	3,63	308,3	31,3	290,6 - 326,1
2001	3.658	958.124.617	3,82	304,8	29,7	288,0 - 321,6
2002	3.670	1.005.514.451	3,65	305,8	19,7	294,7 - 317,0
2003	3.664	996.385.844	3,68	305,3	34,0	298,3 - 312,2

Fonte: Relatório Consumo AFS na ETA Guaraú 1985-2003 .

* 1985 meses de novembro e dezembro.

Tabela 5.7 – Custo anual de tratamento de água, segundo componentes dos custos, ácido fluorsilícico, produtos químicos, recursos humanos, energia elétrica, transporte e outras despesas, e o volume total de água tratada nos anos de 1998 a 2003 na ETA Guaraú, São Paulo.

		ANOS					
		1998	1999	2000	2001	2002	2003
AFS	Consumo (Ton)	3.502,67	3.733,79	3.702,89	3.658,24	3.670,09	3.663,47
	Custo (R\$)	340.909,93	245.012,18	252.675,73	222.883,08	244.318,44	333.802,27
	Custo/Ton.(R\$)	97,50	65,83	68,33	60,83	66,40	91,40
	%RCT	3,65	2,46	2,28	1,97	1,87	2,38
Produtos Químicos	Consumo (Ton)	29.616,50	32.145,27	31.952,41	30.366,87	30.819,67	27.160,95
	Custo (R\$)	4.645.075,87	5.132.210,99	5.652.763,06	5.919.482,49	7.250.898,79	8.018.708,66
	%RCT	49,74	51,52	51,01	52,24	55,62	57,22
Pessoal	Custo (R\$)	3.437.588,70	3.734.984,22	4.063.313,95	3.917.056,51	3.899.913,51	4.144.270,50
	%RCT	36,81	37,49	36,67	34,57	29,92	29,57
Energia	Consumo (kWh)	7.189.218,60	7.584.698,00	7.625.927	6.615.272,00	7.169.943,00	8.150.548,00
	Custo (R\$)	523.545,21	552.345,47	634.471,71	665.486,98	929.302,14	1.152.829,14
	% RCT	5,61	5,54	5,73	5,87	7,13	8,23
Transporte	Custo (R\$)	66.669,41	59.536,88	71.057,84	64.610,41	84.318,85	74.828,94
	% RCT	0,71	0,60	0,64	0,57	0,65	0,53
Outras despesas	Custo (R\$)	324.799,91	238.091,39	407.611,25	541.507,37	627.468,52	290.144,45
	% RCT	3,48	2,39	3,68	4,78	4,81	2,07
Custo Total		9.338.589,03	9.962.181,13	11.081.893,54	11.331.026,84	13.036.220,25	14.014.583,96
Volume Água Tratado		1.037.797.978	1.045.568.497	1.019.521.640	958.124.617	1.009.886.725	996.385.844
Custo/1000 m ³ (R\$)		9,00	9,53	10,87	11,83	12,91	14,08

5.4.2 Custos com fornecedores

Como observado na tabela 5.7, o custo do AFS comprado pela SABESP no período de 1998 a 2003 obteve uma variação média por ano de R\$ 60,83 a R\$ 97,50 por tonelada. Segundo o Manual da OPS – OMS, nos EUA, na década de 70, o custo do AFS a uma concentração de 20% era de US\$ 40,00 a tonelada (OPS-OMS, 1975). No ano de 1986, nos EUA, o custo do AFS variava de US\$ 30,00 a US\$ 150,00 por tonelada (CDC, 1991), sendo que o custo do AFS poderia ser duplicado ou até triplicado algumas vezes devido ao custo de transporte do produto químico do fornecedor até a estação de tratamento. O custo poderia ter também uma redução devido ao volume adquirido pois, quanto maior a quantidade comprada, menor o custo do produto e do transporte, embora sejam necessários um local adequado e tanques próprios para o armazenamento (CDC, 1991).

Na composição dos custos de fluoretação também deve-se incluir os custos fixos de instalação do sistema (WHITE *et al* 1989), o custo dos tanques de armazenamento do ácido fluorsilícico, que varia de R\$ 2.000,00 para tanques de 50 m³ de AFS, R\$ 1.200,00 para 30 m³, R\$ 1.000,00 para tanque de 25 m³ de AFS e R\$ 400,00 para tanque de 10 m³ e para tanque de 100 Kg de AFS, US\$ 60,00 (OPS-OMS 1975). A bomba dosadora varia de US\$ 400,00 a US\$ 600,00 (OPS-OMS 1975), e de US\$ 1.200,00 a US\$ 4.000,00 (CDC 1991). O custo da bomba dosadora com controle de 4 a 20 mA e com uma vazão de AFS de 3,6 L/hora tem um custo de R\$ 4.000,00 (DIGIMED 2003) e a bomba dosadora automática com

micro processador com motor de 60Hz e 40bar e vazão de 1,3 a 2 L/hora, apresenta custo médio de R\$ 2.200,00 (SABESP 2003).

O custo de controle do nível de flúor também é importante no processo, tanto o controle do flúor natural que chega na água para ser tratada como a concentração de flúor após o tratamento, que deve estar no nível ideal, ou seja, 0.7mg de flúor por litro de água. Há três modelos de medidores de flúor: o medidor de flúor colorimétrico portátil, da empresa DIGIMED – modelo DM C4, que tem um custo variando entre R\$ 2.000,00 e R\$ 3.000,00; o medidor de flúor de bancada com eletrodos da empresa DIGIMED - modelo DM-21 + DMI-FL + DME-R21, que apresenta um custo de R\$ 6.345,00 e, finalmente, o medidor de flúor do tipo on-line que, além de realizar o controle contínuo do nível de flúor, também está ligado com a bomba dosadora, regulando a saída da dosagem de flúor continuamente; o medidor da empresa DIGIMED – modelo AI-FL3 tem um custo de R\$ 24.700,00. O medidor cololimétrico apresenta variação de custo entre US\$ 470,00 e US\$ 795,00 (OPS-OMS 1975), e de US\$ 800,00 a US\$ 1.000,00 (CDC 1991). Já o medidor de íon-seletivo apresenta custo médio de US\$ 1.200,00 a US\$ 3.000,00 (CDC 1991).

Outro custo no processo de fluoretação refere-se aos eletrodos de íon-sensível para dosagem de fluoreto da empresa DIGIMED – modelo DMI – FL, que têm um custo de R\$ 2.000,00, tendo um tempo de vida útil que varia de 1 a 2 anos conforme o uso. Nos EUA o custo dos eletrodos varia de US\$ 150,00 a US\$ 295,00 (OPS-OMS 1975) e de US\$ 400,00 a

US\$ 450,00 segundo o CDC (1991), com tempo de utilidade variando de 1 a 3 anos, onde a média geralmente é de 1 ano e seis meses dependendo do uso (CDC 1991). Sendo assim, o custo do eletrodo será incorporado, ano a ano, ao custo final da fluoretação.

5.5 Análise de custos

Para a análise de custos do sistema de fluoretação das águas do município de São Paulo utilizaram-se os dados referentes aos anos de 1998 e 2003 da ETA Guaraú (tabela 5.7), os custos foram atualizados para o ano base de 2003 tendo como índice de correção monetária o IPC/FIPE – Índice de Preços ao Consumidos, da Fundação Instituto de Pesquisa Econômica / USP (IPC/FIPE 2004).

A composição dos custos totais foi estratificada segundo, quatro itens: Custo de Capital Inicial de Instalação, Custo dos Produtos Químicos, Custo de Operacionalização do Sistema e o Custo de Controle.

5.5-1 Custo de Capital Inicial de Instalação

O *Custo de Capital Inicial de Instalação* será composto pelos: custos de equipamentos (bombas dosadoras, tanques de armazenamento, equipamentos de controle e testes de dosagem); custos de instalação dos equipamentos e o custo de consultoria técnica. A composição final do *Custo de Capital Inicial de Instalação*, embora tenham sido desembolsados no momento de implantação do sistema, serão divididos por 20 anos, ou seja, o tempo de vida útil dos equipamentos. Este período de vida útil dos equipamentos varia entre 10 anos segundo NIESSEN e DOUGLASS (1984), 15 anos segundo RINGELBERG *et al* (1992), GARCIA (1989) e WRIGHT (2001), 20 anos segundo NELSON e SWINT (1976) e MANAU *et al* (1987) ou 25 anos segundo CARR *et al* (1980). Segundo dados da Sabesp, os equipamentos instalados apresentam 18 anos de uso e estão em ótimo

estado de conservação devido à realização de manutenção preventiva rotineira e manutenção corretiva quando necessário.

Os Custos de Instalação dos Equipamentos representam cerca de 80% a 90% dos custos do equipamento, segundo o CDC (1991, 1995). Sendo assim, utilizaremos como base para o cálculo do custo de instalação a porcentagem de 85% do valor dos equipamentos.

Os Custos de Consultoria Técnica representam 15% dos custos de capital inicial de instalação segundo o CDC (1991, 1995) e, portanto, após o resultado final dos custos, estes serão acrescidos de 15% referente à consultoria técnica.

Devido à grande instabilidade econômica que se abateu no país nas duas últimas décadas, com mudanças da moeda, variação constante do câmbio em relação ao dólar e períodos de inflação anual com valores muito elevados, optou-se por utilizar os valores dos equipamentos praticados no mercado no momento atual, ou seja, no ano de 2003.

Equipamentos:

- Bombas dosadoras a R\$ 4.000,00 cada. São necessárias duas bombas por ponto de fluoretação pois, segundo BUENDIA (1996), enquanto uma bomba está em uso, a outra fica na reserva, invertendo-se para manutenção e evitando, assim, a não fluoretação do sistema em caso de

manutenção. Há cinco ETA que abastecem a cidade de São Paulo, totalizando o custo das bombas em R\$ 40.000,00.

- Tanques de armazenamento do ácido fluorsilícico: a Sabesp possui nas 5 ETA três tamanhos diferentes de tanques, com volumes de armazenamento diferentes. O tanque de 50m³ com custo de R\$ 2.000,00 cada (a Sabesp dispõe de 17 tanques de 50m³ totalizando R\$ 34.000,00). O tanque de 25m³ com custo de R\$ 1.000,00, (a Sabesp conta com 12 tanques de 25m³ totalizando R\$ 12.000,00) e o tanque de 30 m³ cujo custo é de R\$ 1.200,00 (a Sabesp tem 3 tanques de 30m³ totalizando R\$ 3.600,00). O custo total dos tanques de armazenamento de flúor para a cidade de São Paulo é de R\$ 49.600,00.

Custos de instalação dos equipamentos: representam 85% dos custos de dos equipamentos (R\$ 89.600,00) ou seja, R\$ 76.160,00.

Equipamentos de controle dos níveis de flúor realizados nos laboratórios das ETA: o medidor de bancada de eletrodos com íon seletivo de flúor com custo de R\$ 6.345,00, (para as 5 ETA o custo total é de R\$ 31.725,00). O medidor de flúor do tipo On-line cujo custo é de R\$ 24.700,00 (apenas na ETA Guaraú). O custo total dos equipamentos de testes e controle é de R\$ 56.425,00.

Custo da Consultoria Técnica: representa 15% do custo de capital inicial de instalação (R\$ 222.185,00), ou seja, R\$ 33.327,75.

Assim, o *Custo de Capital Inicial de Instalação* corresponde a R\$ 255.512,75, (com todos os itens incluídos), onde este valor é fracionado em 20 anos, representando um custo de R\$ 12.775,64 por ano no sistema de abastecimento.

Tabela 5.8 – Custos de Capital Inicial de Instalação, segundo componentes de custos para o sistema de tratamento de água do município de São Paulo, 2004.

Bombas dosadoras	Tanque de armazenam.	Custos de instalação	Equipamentos de controle	Consultoria técnica	Custo Capital Inicial Inst.	Fracionado por 20 anos
R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$
40.000,00	49.600,00	76.160,00	56.425,00	33.327,75	255.512,75	12.775,64

5.5-2 Custo do Produto Químico

A água que chega nas ETA para tratamento apresenta 0,1ppm de flúor natural e, portanto, é necessária a adição de mais 0,6ppm para atingir o nível ideal recomendado. Como a ETA Guaraú é responsável por aproximadamente metade do abastecimento de água da cidade de São Paulo, os valores referentes ao consumo e ao custo de AFS utilizado na ETA Guaraú foram dobrados, visando obter uma dimensão mais próxima da real dos custos de produtos químicos utilizados na cidade de São Paulo, nos anos de 1998 a 2003. Os dados da tabela 5.7 são referentes a ETA Guaraú e os dados da tabela 5.9 são representativos dos custos do Ácido Fluorsilícico utilizados na cidade de São Paulo no intervalo entre os anos de 1998 a 2003, atualizados pelo IPC/FIPE (2004).

Tabela 5.9 – Custos do Ácido Fluorsilícico utilizado para fluoretação do sistema de tratamento de água do município de São Paulo, 2004.

	Anos					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Custo do AFS (R\$)	681.819,86	637.374,69	613.648,28	521.769,29	537.109,64	667.604,54

O custo por tonelada de AFS de 1998 a 2003 teve uma variação de preço de R\$ 97,50 a R\$ 60,63 ton-AFS. Em dezembro de 2003, o custo da tonelada do AFS para a Sabesp foi de R\$ 100.00 a tonelada, ou seja, R\$ 0,01/Kg_{AFS}. Este valor já inclui o transporte e o frete das empresas situadas na cidade de Cubatão até as respectivas Estações de Tratamento. Segundo o CDC (1991), o custo do transporte é o que mais encarece o produto químico, principalmente se o fornecedor for distante da estação de tratamento, chegando a dobrar ou, algumas vezes, triplicar o valor do produto químico AFS.

5.5-3 Custo de Operacionalização do Sistema

Os componentes que perfazem o *Custo de Operacionalização do Sistema* são: o custo de depreciação e de manutenção dos equipamentos, o custo da energia elétrica e o custo com recursos humanos.

O custo de depreciação e manutenção dos equipamentos representa cerca de 10% do valor total do *Custo de Capital Inicial de Instalação* e é distribuído pelo tempo de vida útil dos equipamentos (WHITE

et al 1989). Para RINGELBERG *et al* (1992), o custo de depreciação varia de 2% a 4%.

WHITE *et al* (1987) referiram-se ao custo de energia elétrica, e afirmaram que, apesar de geralmente ser difícil o cálculo e inclusão, não é apropriado excluir estes custos e estes podem ter o valor estimado, podendo ser calculados a partir dos custos da estação de tratamento de água.

Assim, visando o cálculo dos custos de energia elétrica para a fluoretação, foi utilizado a porcentagem dos gastos de energia elétrica de toda a rede de abastecimento, que apresentaram variação de 5% a 8%, esta foi usada como base e aplicada sobre o custo do AFS utilizado na Estação de tratamento no período de 1998 a 2003.

Os custos com recursos humanos são estratificados segundo custos de controle operacional do sistema de fluoretação e custos de controle e testes laboratoriais. O controle operacional do sistema de fluoretação é realizado com os mesmos recursos humanos de operação do sistema de tratamento de água não onerando, assim, o custo final. O controle laboratorial é exercido por pessoal técnico especializado que realiza, além do controle do flúor, outros testes químicos para o controle da água.

O controle laboratorial dos teores de flúor é realizado nos laboratórios da Estação de tratamento, de hora em hora, durante 24 horas por dia. O teste de concentração do flúor dura 10 minutos e, durante um dia, representa 4 horas de trabalho e, durante 7 dias por semana, corresponde a

28 horas semanais de trabalho. Um funcionário técnico que trabalha nesta função recebe um salário de R\$ 1.500,00 mensais mais 13º salário; R\$ 675,00 de encargos trabalhistas e R\$ 450,00 de 1/3 de férias, totalizando R\$ 28.725,00 por ponto de fluoretação. Ao ano o custo com recursos humanos, para as cinco ETA, na cidade de São Paulo, está estimado em R\$ 143.625,00.

A tabela 5.10 apresenta os custos de operacionalização do sistema, estratificado segundo os custos de depreciação e manutenção dos equipamentos, o custo de energia elétrica e recursos humanos para fluoretação do Sistema de Tratamento de Água do município de São Paulo.

Tabela 5.10 – Custos de operacionalização do sistema, segundo os Custos de depreciação e manutenção dos equipamentos, incluindo energia elétrica e recursos humanos para fluoretação do sistema de tratamento de água do município de São Paulo, no período 1998-2003.

Custos de operacionalização do sistema		ANOS					
		1998	1999	2000	2001	2002	2003
depreciação e manutenção dos equipamentos (R\$)		1.277,56	1.277,56	1.277,56	1.277,56	1.277,56	1.277,56
Energia Elétrica	%	5,16	5,54	5,73	5,87	7,13	8,23
	R\$	35.181,90	35310,56	35.162,05	30.627,86	38.295,92	54.943,85
Recursos Humanos (R\$)		143.625,00	143.625,00	143.625,00	143.625,00	143.625,00	143.625,00
Total dos Custos de operacionalização do sistema		R\$ 180.084,46	R\$ 180.213,12	R\$ 180.064,61	R\$ 175.530,42	R\$ 183.198,46	R\$ 199.846,41

5.5-4 Custo de Controle

O custo de controle do nível ideal de flúor na água de abastecimento tem um custo fixo que é representado pelo equipamento de medição e controle - cujo valor já foi acrescido ao *Custo de Capital Inicial de Instalação* - e um custo contínuo, que é representado pelos eletrodos de íon-seletivo para a dosagem de fluoreto, que têm em média 1,5 anos de vida útil CDC (1991), e que custa de R\$ 2.000,00. Segundo o CDC (1991), o custo do eletrodo varia de U\$ 400,00 a U\$ 450,00.

Sendo assim, ficou estabelecido que a troca de um eletrodo será realizada a cada um ano e seis meses por estação de tratamento, (cinco estações de tratamento), correspondendo a um custo de R\$ 7.500,00 por ano para o sistema.

5.5-5 Custos da fluoretação da água no sistema de tratamento de água no município de São Paulo

A tabela 5.11 apresenta os dados do custo do sistema de fluoretação no município de São Paulo, nos períodos de 1998-2003, atualizados pelo IPC/FIPE (2004) tendo como ano base 2003.

É importante destacar que os custos foram estratificados segundo custos de capital inicial de instalação, custo do AFS, custo de operacionalização (manutenção, energia elétrica e recursos humanos), custos de controle e os custos totais como também, o volume de água tratada consumida pela cidade. A projeção do crescimento da população da

cidade de São Paulo, segundo uma taxa de crescimento de 0,91, de 1991-2000 (SEADE 2003), foi também utilizada para os anos de 2001 a 2003. Foi utilizando o “Método de crescimento médio anual” através da taxa de progressão de crescimento aritmético proposto por LAURENTI *et al* (1987). Calculou-se o custo *per capita* / ano em relação ao real e ao dólar (cotação média do dólar no ano em relação ao real), obtendo-se o custo da fluoretação *per capita* / ano em dólar.

Fórmula para o cálculo do custo de fluoretação *per capita* / ano

$$\text{Custo Fluoretação} = \frac{\text{CCII} + \text{CPQ} + \text{COS} + \text{CC}}{\text{População da cidade no ano}}$$

* CCII = Custo de Capital Inicial de Instalação;

* CPQ = Custo de Produto Químico;

* COS = Custo de Operacionalização do Sistema;

* CC = Custo de Controle.

Tabela 5.11 – Composição dos custos de fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo no período de 1998 a 2003.

		Anos											
		1998		1999		2000		2001		2002		2003	
Custo de Capital Inicial de Inst. (R\$)		12.775,64		12.775,64		12.775,64		12.775,64		12.775,64		12.775,64	
% Custos	Custo/pes.	1,45%	R\$ 0,001	1,52%	R\$ 0,001	1,57%	R\$ 0,001	1,78%	R\$ 0,001	1,73%	R\$ 0,001	1,44%	R\$ 0,001
Custo químico (R\$)		681.819,86		637.374,69		613.648,28		521.769,29		537.109,64		667.604,54	
% Custos	Custo/pes.	77,29%	R\$ 0,067	76,07%	R\$ 0,062	75,39%	R\$ 0,059	72,71%	R\$ 0,050	72,53%	R\$ 0,051	75,20%	R\$ 0,063
Custos de op. Sist.(R\$)		180.084,46		180.213,12		180.064,61		175.530,42		183.198,48		199.846,41	
% Custos	Custo/pes.	20,41%	R\$ 0,018	21,51%	R\$ 0,017	22,12%	R\$ 0,017	24,46%	R\$ 0,017	24,74%	R\$ 0,017	22,51%	R\$ 0,019
Custo de Controle (R\$)		7.500,00		7.500,00		7.500,00		7.500,00		7.500,00		7.500,00	
% Custos	Custo/pes.	0,85%	R\$ 0,001	0,90%	R\$ 0,001	0,92%	R\$ 0,001	1,05%	R\$ 0,001	1,01%	R\$ 0,001	0,84%	R\$ 0,001
Custo Total (R\$)		882.179,96		837.863,45		813.988,43		717.575,35		740.583,76		887.726,59	
Vol.de água tratada		2.075.595.956		2.091.136.994		2.039.043.280		1.916.249.234		2.019.993.450		1.992.771.688	
População		10.231.378		10.314.977		10.398.576		10.482.175		10.565.774		10.649.373	
Custo/população Pessoa/ ano (R\$)		0,086		0,081		0,078		0,068		0,070		0,083	
Cotação média ano US\$ / R\$		US\$ 1,00 / R\$ 1,164		US\$ 1,00 / R\$ 1,847		US\$ 1,00 / R\$ 1,833		US\$ 1,00 / R\$ 2,353		US\$ 1,00 / R\$ 2,998		US\$ 1,00 / R\$ 3,063	
Custo/população Pessoa/ ano (US\$)		0.074		0.044		0.043		0.029		0.023		0.027	

Realizar uma análise de custos em países cuja economia apresenta-se instável com mudanças de moeda, variação cambial constante e inflação de quase mil por cento em um ano não é tarefa fácil. Por estas razões, foi necessário estabelecer um lastro, ou seja, uma moeda estável para podermos comparar os custos. NIESSEN e DOUGLASS (1984) sugerem como referência monetária o dólar e, assim, optou-se neste trabalho, pela utilização do real (R\$) como padrão monetário brasileiro atual e o dólar americano (US\$) como referência.

O sistema de fluoretação das águas de abastecimento da cidade de São Paulo foi implantado em outubro de 1985. Nesta época, estava em vigor como moeda corrente o Cruzeiro (Cr\$), que foi substituído pelo Cruzado (Cz\$) pelo decreto Lei 22.283/86 de 27/02/86 e tendo como valor de conversão (Cr\$ 1.000,00 = Cz\$ 1,00). Em 15/01/89, o Cruzado foi extinto sendo substituído pelo Novo Cruzado (NCz\$) através da Medida Provisória nº 32 de 15/01/89 e a Lei nº 7.730/89 de 31/01/89 quando novamente cortou-se três zeros (Cz\$ 1.000,00 = NCz\$ 1,00).

O Novo cruzado vigorou até 15/03/90 quando foi substituído pelo Cruzeiro (Cr\$), através da Medida Provisória (MP) nº 168 de 15/03/90 e Lei nº 8024/90 de 12/04/90, mantendo-se a paridade entre as moedas (NCz\$ 1,00 = Cr\$ 1,00). Em 28 de julho de 1993 criou-se uma nova moeda, o Cruzeiro Real (CR\$) através da MP nº 336 de 228/07/93 e pela Lei nº 8.697/93 de 27/08/93 e, na conversão, perdeu-se novamente três zeros (Cr\$ 1.000,00 = CR\$ 1,00). Em abril de 1994, foi criada a URV (unidade de

referência de valor) pela MP nº 482 de 28/04/94 e a lei 8880/94 de 27/05/94 onde a conversão foi de (CR\$ 2.750,00 = 1,00 URV). Em julho de 1994 criou-se o Real (R\$) pela MP nº566 de 29/07/94 onde houve paridade com a URV, ou seja (1,00 URV = R\$ 1,00) quando o Real também tinha paridade com o dólar (R\$ 1,00 = US\$ 1,00) e esta nova moeda vigora até os dias de hoje.

Assim sendo, R\$ 1,00 = CR\$ 2.750,00 = Cr\$ 2.750.000,00 = NCz\$ 2.750.000,00 = Cz\$ 2.750.000.000,00 = Cr\$ 2.750.000.000.000,00 ou seja R\$ 1,00 equivaleria a dois trilhões setecentos e cinquenta bilhões de cruzeiros na época da implantação dos sistema de fluoretação se não levarmos em conta a inflação, e a correção monetária.

Para a realização da estimativa de custos do sistema de fluoretação das águas no município de São Paulo no período de 1985 - 2003, são necessárias algumas informações sobre o consumo anual de AFS em toneladas no período. A partir dos dados da tabela 5.7 obtém-se o custo médio calculado da tonelada de AFS. Assim pode-se realizar uma projeção dos custos para os anos de 1985 a 1997.

O custo médio do AFS no período de 6 anos (1998-2003) foi de R\$ 75,05 por tonelada e no ano de 2003 foi de R\$ 91,40 por tonelada. Neste estudo optou-se por utilizar como base a média de custo de AFS do ano de 2003 (R\$ 91,40 por tonelada) obtendo-se a projeção de custo atualizada. Multiplicando-se o consumo de AFS pelo custo de R\$ 91,40,

obtém-se o valor estimado para cada ano no período de 1985–1997, atualizado para o ano de 2003.

Para calcular a estimativa de custo total do sistema de fluoretação, composto pelos custos (*Custo de Capital Inicial de Instalação*, *Custo dos Produtos Químicos*, *Custo de Operacionalização do Sistema* e o *Custo de Controle*), calculou-se o custo médio do produto químico (AFS), no período de 1998–2003. O AFS representou em média 74,86 % dos custos totais. A partir deste cálculo foi possível estimar o custo do sistema ano a ano no período de 1985–1997.

Foi utilizada a fórmula do custo de fluoretação *per capita/ano*, tendo como denominador a estimativa da população do município de São Paulo segundo o Censo Demográfico (IBGE 1980, 1991 e 2000) para o período de 1985 a 2000. Para o período de 2001 a 2003 foram utilizados os dados da Fundação Seade (SEADE 2003). Obteve-se assim o custo *per capita/ano* tendo como valor de referência o real (R\$) atualizado para o ano-base de 2003 e o dólar americano (US\$) como referência monetária.

Como visto o país passou por períodos de instabilidades financeiras entre 1985 e 1993. No período de agosto de 1994 a 2003, a economia esteve relativamente estabilizada e a moeda brasileira tinha, em relação ao dólar, uma taxa de conversão estável com variação de (US\$ 1,00 = R\$ 1,00) em 1994 e de (US\$ 1,00 = R\$ 3,06) em 2003. A variação média neste período de nove anos (1994–2003) foi R\$ 1,73 por dólar. Assim, no

período de (1985–1993), projetou-se uma taxa de conversão real/dólar de R\$ 1,73 / US\$ 1,00.

A tabela 5.12 apresenta o volume e o custo de AFS consumido. O custo de implantação do sistema e o custo estimando *per capita/ano* em real (R\$) e em dólar (US\$) no período de 1985–2003. Ou seja: para manter uma pessoa moradora na cidade de São Paulo beneficiada pela fluoretação, desde a implantação do sistema, (18 anos de benefício) custou R\$ 1,44 (US\$ 0,94) por habitante.

Tabela 5.12 – Custos de fluoretação das águas de abastecimento público no período de 1985 a 2003 no município de São Paulo.

ANO	AFS (ton)	Custo AFS (R\$)	Custo Total (R\$)	População	Custo Pessoa/ ano (R\$)	**Rela ção US\$ / R\$	Custo Pessoa/ ano (US\$)
1985*	720	65.808,00	87.908,10	8.265.134	0,011	1,732	0,006
1986	4.646	424.644,40	567.251,40	8.495.309	0,067	1,732	0,039
1987	5.474	500.323,60	668.345,71	8.725.484	0,077	1,732	0,044
1988	5.530	505.442,00	675.183,01	8.955.659	0,075	1,732	0,044
1989	5.562	508.366,80	679.090,03	9.185.835	0,074	1,732	0,043
1990	5.730	523.722,00	699.601,92	9.416.010	0,074	1,732	0,043
1991	6.168	563.755,20	753.079,35	9.646.185	0,078	1,732	0,045
1992	5.816	531.582,40	710.102,06	9.729.784	0,073	1,732	0,042
1993	6.690	611.466,00	816.812,72	9.813.383	0,083	1,732	0,048
1994	6.988	638.703,20	853.196,90	9.896.983	0,086	1,000	0,086
1995	7.490	684.586,00	914.488,38	9.980.581	0,092	1,000	0,092
1996	7.486	684.220,40	914.000,00	10.0641.80	0,091	1,008	0,090
1997	7.370	673.618,00	899.837,03	10.147.779	0,089	1,081	0,082
1998	7.004	681.819,86	882.179,96	10.231.378	0,086	1,164	0,074
1999	7468	637.374,69	837.863,45	10.314.977	0,081	1,851	0,044
2000	7.400	613.648,28	813.988,53	10.398.576	0,078	1,835	0,043
2001	7.316	521.769,29	717.575,35	10.482.175	0,068	2,353	0,029
2002	7.340	537.109,64	740.583,76	10.565.774	0,070	2,998	0,023
2003	7.328	667.604,54	887.726,59	10.649.373	0,083	3,063	0,027
Total	119.526	10.575.564,30	14.118.814,25	-	R\$ 1,437	-	US\$ 0,944
Média	6.291	556.608,65	743.095,49	-	R\$ 0,076	-	US\$ 0,050

*1985 –meses de novembro e dezembro.

** Fonte: Ribeiro PC, Gazeta Mercantil, 2004.

Nota: Período de 1998 a 2003, valor real atualizado pelo IPC/FIPE.

Período de 1985 a 1997, valor estimado.

5.6 Simulação de custos para implantação de um sistema de fluoretação de águas públicas.

Assim sendo propõe-se elaborar um projeto de custo para implantação de um sistema de fluoretação de águas de abastecimento para cidades de até 5.000 habitantes, de 5.001 a 10.000 hab., de 10.001 a 20.000 hab., de 20.001 a 50.000 hab., e de 50.001 a 100.000 habitantes, com apenas uma Estação de Tratamento de água (ETA).

No Estado de São Paulo, há 128 cidades onde não ocorre a fluoretação em seus sistemas de abastecimentos de água (CRO-SP 2001); a população residente nestas cidades é de aproximadamente 1.800.000 (um milhão e oitocentas mil) habitantes que não recebem este benefício.

O planejamento dos custos de implantação de um sistema de fluoretação é fundamental e necessário para viabilizar a implantação do sistema e dimensionar o custo inicial de instalação bem como o custo mensal (CDC, 1991). Algumas informações são fundamentais para a elaboração de um projeto de custos de implantação de uma sistema de fluoretação de águas:

1. Características Gerais.

- a. População abastecida;
- b. Volume de água tratada;
- c. Vazão do sistema;
- d. Número de ligações do sistema de abastecimento de água.

2. Compatibilidade do sistema de tratamento.

- a. Número de pontos de aplicação (nº de ETA);
- b. Local apropriado para instalação do sistema de fluoretação;
- c. Adequação do laboratório para análise dos teores de flúor;
- d. Identificação de laboratório independente para análise de contra prova dos teores de flúor (heterocontrole);
- e. Local de armazenamento dos produtos químicos;
- f. Seleção do produto químico utilizado para a fluoretação;
- g. Seleção dos equipamentos para instalação do sistema;
- h. Seleção dos equipamentos para análise dos teores de flúor.

3. Característica da água:

- a. Teor ideal de flúor (0,7ppm);
- b. Teor de flúor natural da água;
- c. Teor a ser incorporado pelo sistema.

4. Outras informações:

- a. Identificação da consultoria técnica;
- b. Identificação de empresas responsáveis pela instalação dos equipamentos e adequação da rede de tratamento;
- c. Treinamento dos recursos humanos para a implantação do sistema;
- d. Distância das empresas fornecedoras de produtos químicos (flúor), diferenciando o custo químico com o custo de transporte até a ETA.

5. Estimativas de custos:

a. Custo de Capital Inicial de Instalação;

- Bomba dosadora;
- Tanque de armazenamento;
- Custo de instalação;
- Custo de equipamentos dosadores;
- Custo de consultoria.

b. Custo de produtos químicos;

- Ácido Fluorsilícico.

c. Custo de Operacionalização;

- Custo de depreciação e manutenção do equipamento;
- Custo de Energia Elétrica;
- Custo de Recursos Humanos.

d. Custo de Controle dos teores de flúor;

- Custo com laboratório para análise;
- Custo dos eletrodos de íon-seletivo de flúor.

Na cidade de São Paulo o consumo de água por habitante variou em média de 200m^3 a 187m^3 de água *per capita*/ano no período entre 1998 e 2003 (tabela 5.11). Em cidades de menor porte, segundo a SABESP (2003), o consumo de água pode chegar a 120m^3 de água *per capita*/ano. Sendo assim, usaremos um consumo médio de água *per capita*/ano de 150m^3 , ou seja, 410,96 litros de água por pessoa/dia, presumindo que nas cidades hipotéticas analisadas, 100% da população é servida pela rede de abastecimento e a água é tratada.

A concentração ideal de flúor, segundo a média das máximas temperaturas anuais das cidades é de 0,7 mgF/L; supondo que a quantidade de flúor natural existente na água que chega para tratamento é de 0,0mgF/L, tornando-se necessário acrescentar 0,7mgF/L para se obter a concentração ideal para a obtenção de maior benefício e o mínimo risco.

Para o cálculo do consumo de flúor da cidade é importante conhecer que a densidade do Ácido Fluorsilícico (AFS) em uma temperatura de 20 °C é de 1.1748 g/cm³ AFS, em uma concentração de 20% de AFS correspondendo a 0,235 Kg/L. Assim, é utilizado um fator de correção de 1,263 (OPAS-OMS 1975; CDC 1991; BUENDIA 1996). O custo por tonelada do AFS incluindo o transporte é de R\$ 100,00 ton-AFS (SABESP 2003).

A título de exemplo, utilizou-se o cálculo para um município com 20.000 habitantes, que tem um consumo de água de 8.218.200 litros/dia, para realizarmos o volume de AFS e o custo deste na fluoretação de águas.

Concentração de flúor(mg/L) x Vazão de água (L/dia)

Fator de conversão mg em Kg

0,7(mg/L) x 8.219.200 (L/dia) = 5,7534 Kg/L - AFS / dia

1.000.000 mg / Kg

Quantidade AFS(Kg/L) x Fator de correção x Densidade AFS

Concentração AFS Kg/L

$$\frac{5,7534(\text{Kg/L}) \times 1,263 \times 1,1748}{0,235 \text{ Kg /L}} = 36,3265 \text{ Kg / dia}$$

0,235 Kg /L

$$36,3265 \text{ Kg /dia} \times 365 \text{ (dias)} = 13.259,17 \text{ Kg / ano}$$

$$13.259,17 \text{ Kg / ano} = 13,25917 \text{ toneladas / ano}$$

$$13,225917 \text{ ton / ano} \times \text{R\$ } 100,00 \text{ (ton – AFS)} = \text{R\$ } 1.325,92$$

Será utilizado para o cálculo dos custos do sistema de tratamento a fórmula para o cálculo de custos de fluoretação *per capita*/ano, proposta neste trabalho.

$$\text{Custo Fluoretação} = \frac{\text{CCII} + \text{CPQ} + \text{COS} + \text{CC}}{\text{População da cidade no ano}}$$

CCII = Custo de Capital Inicial de Instalação;

- bomba dosadora automática com microprocessador com motor de 60 Hz e 40 bar e uma vazão de 1,3 a 3,0 litros por hora com custo de R\$ 2.200,00. Para cidades com mais de 20.000 habitantes será utilizada bomba com mais vazão a um custo de R\$ 4.000,00 (duas bombas por ETA).
- Tanque de armazenamento de AFS com capacidade de 10 m³ à R\$ 400,00. Para cidades com mais de 20.000 habitantes os tanque terão a capacidade de armazenamento de 20 m³ a um custo de R\$ 800,00

- Custo de instalação (85% do custo dos equipamentos).
- Custo do dosador dos teores de íon-seletivo de flúor (R\$ 6.345,00).
- Custo de Consultoria (15%).
 - Total do CCII é dividido por 20 anos, que corresponde ao tempo de depreciação dos equipamentos (o resultado é acrescido ao custo anual).

CPQ = Custo de Produto Químico;

- Será calculado conforme o tamanho da população de cada estrato e o volume de água consumido, (para cada faixa populacional, foi utilizado o limite superior desta).

COS = Custo de Operacionalização do Sistema;

- Depreciação e manutenção dos equipamentos (10% do custo de CCII por ano).
- Energia Elétrica (6% do custo do AFS)
- Recursos Humanos, onde definiu-se que não haverá contratação de funcionário. O custo de RH será o de treinamento e reciclagem do pessoal de operacionalização e de laboratório para o sistema de tratamento para o processo de fluoretação das águas sendo que serão 20 horas/aula (custo por hora/aula R\$ 50,00), totalizando um custo com treinamento dos recursos humanos em R\$ 1.000,00.

CC = Custo de Controle.

- O eletrodo de íon-seletivo (custo de R\$ 2.000,00), tem um tempo médio de vida de 2 anos e este valor só é incluído após dois anos de implantação do sistema. O laboratório para análise dos teores de flúor deve estar na própria ETA, e além deste, há necessidade de um outro laboratório ou entidade autônoma que deverá fazer os testes de contra prova dos teores de flúor.

A tabela 5.13 apresenta os custos para as cidades segundo o número de habitantes. A relação dos custos *per capita* / ano, é apresentada com valores em reais e em dólar utilizando uma taxa cambial de US\$ 1,00 equivalendo a R\$ 3,06, (média da cotação dólar 2003, conforme RIBEIRO, 2004).

Tabela 5.13 – Composição de custos da fluoretação da água de abastecimento público para municípios segundo número de habitantes, 2004.

Composição dos custos da fluoretação das águas.	Número de habitantes				
	Até 5.000	5.001 a 10.000	10.001 a 20.000	20.001 a 50.000	50.0001 a 100.000
CCII (R\$)	875,44	875,44	875,44	1.300,94	1.300,94
CPQ (R\$)	331,49	662,96	1.325,92	3.314,82	6.629,64
COS (R\$)	1.107,43	1.127,32	1.167,10	1.328,98	1.527,87
CC (R\$)	-	-	-	-	-
Custo Total (R\$)	2.314,36	2.665,72	3.368,47	5.944,74	9.458,45
Custo Pessoa/ano R\$	0,46	0,27	0,17	0,12	0,09
Custo Pessoa/ano US\$	0,15	0,09	0,05	0,04	0,03

Temos que levar em conta que, para instalação inicial dos equipamentos, é necessário um custo de investimento inicial que, para cidades de até 20.000 habitantes é de R\$ 17.508,75 (US\$ 5.721,81) e para cidades de 20.001 a 100.000 habitantes é de R\$ 26.018,75 (US\$ 8.502,86) que serão diluídos em 20 anos, segundo o tempo de vida útil dos equipamentos.

5.7 A relação benefícios /custo da fluoretação

DAVES (1973), ao analisar o custo benefício da fluoretação, utilizou a relação Custo do programa/Economia e custos de tratamentos, porém, neste trabalho, optou-se pela inversão desta relação, ou seja, benefício/custos.

Para NIESSEN e DOUGLASS (1984), medir benefícios não é tarefa fácil, pois mensurar ou enquadrar em fórmulas matemáticas representam uma dificuldade na análise de variáveis como “dor evitada” e “sofrimento psíquico”. NIESSEN e DOUGLASS (1984) utilizaram o preço de tratamento de mercado, para HOROWITZ e HEIFETZ (1979), o custo do programa deve incluir o número de superfícies ou dentes salvos de cárie dentária, de restauração e de extração.

GRIFFIN *et al* (2001) utilizaram a equação de HADDIX (1996), comparando comunidades fluoretadas e não fluoretadas, obtendo a efetividade da fluoretação e a diferença no incremento de cárie dentária em grupos etários, através do cálculo do custo por restauração, de manutenção e do tempo de vida útil da restauração, além da expectativa de vida dos indivíduos da comunidade.

Neste trabalho, as equações de HADDIX (1996) foram utilizadas, embora a comparação foi realizada numa mesma cidade, no caso o município de São Paulo, com períodos diferentes ou seja, antes da fluoretação (base de dados LESB – 1986 MS 1988) e 12 anos após a fluoretação (base de dados LESB – 1998 SES-FSP/USP 1998). O

levantamento de 1998 foi utilizado pois apresenta as faixas etárias de 7 a 12 anos de idade, necessárias para o cálculo do incremento de cárie.

Tabela 5.14 – Média do Índice CPO-D segundo idade e a porcentagem de redução da experiência de cárie dentária no período de 1986 e 1998 no município de São Paulo.

Idades	CPO –D nos Anos		Diferença CPO-D ₈₆ - 98	Porcentagem de redução da cárie (%)
	1986	1998		
7	2,07	0,30	1,77	85,5
8	2,70	0,51	2,19	81,1
9	3,59	1,05	2,54	70,8
10	4,11	1,12	2,99	72,8
11	5,17	1,61	3,56	68,9
12	6,47	2,06	4,41	68,2

A efetividade após 12 anos de fluoretação no município de São Paulo reflete-se nos resultados obtidos pela diferença de CPO-D antes e após a fluoretação ($CPOD_{86} - CPOD_{98}$) dividindo-se pelo CPO-D antes da fluoretação, ($CPO-D_{86}$), (HADDIX 1996). Para obter-se o resultado em porcentagem, multiplica-se por 100. Os resultados mostram uma efetividade de redução de cárie dentária de 68,2% aos 12 anos e 85,5% aos 7 anos de idade (tabela 5.14). Analisando os dados do LESB-2002 (SES-FSP/USP 2003) e aplicando o mesmo método, a efetividade da fluoretação chega a 73,1% aos 12 anos de idade.

Tabela 5.15 – Média do Índice CPO-D, incremento de cárie por idade e a média nas faixas etárias de 7 a 12 anos de idade no período de 1986 e 1998 no município de São Paulo.

Idades	CPO-D ₈₆	Incremento de cárie por idade - 86	CPO-D ₉₈	Incremento de cárie por idade - 98
7	2,07	-	0,30	-
8	2,70	0,63	0,51	0,21
9	3,59	0,89	1,05	0,54
10	4,11	0,52	1,12	0,07
11	5,17	1,06	1,61	0,49
12	6,47	1,30	2,06	0,45
Média de Incremento de cárie	-	0,88	-	0,35

A tabela 5.15 mostra a média do índice CPO-D nos anos de 1986 e 1998 para as idades 7 a 12 anos e o incremento de cárie dentária na dentição permanente, ou seja, o aumento na experiência de cárie de uma idade para a outra. Assim, é possível obter-se a média de incremento de cárie no grupo etário de 7 a 12 anos, nos respectivos anos que foram de 0,88 (1986) e 0,35 (1998).

A diferença de incremento de cárie ($0,88 - 0,35 = 0,53$) representa o aumento médio de cárie dentária por idade/ano que ocorreria se não houvesse a fluoretação das águas (HADDIX 1996).

Multiplicando-se este resultado (0,53) pelo preço médio de um procedimento odontológico (R\$ 50,00) no setor privado, teremos como resultado o valor da Economia de Custos por pessoa / ano (R\$ 26,50). Além deste cálculo, pode-se multiplicar o mesmo valor pelo custo médio de um procedimento odontológico, tendo como referência a tabela do SIA-SUS (R\$ 12,00) No setor público, este valor representa, para o SUS, uma economia de custos de R\$ 6,36 por pessoa/ano em tratamentos odontológicos somente no grupo etário de 7 a 12 anos de idade.

Aplicando a equação de benefício/custo proposta por DAVIES (1973) e invertida neste trabalho, onde o numerador representa a economia de custos por pessoa/ano, do programa (R\$ 26,50 para os serviços odontológicos ou R\$ 6,36 para o sistema público de saúde) e o denominador o custo médio do custo da fluoretação desde a sua implantação (R\$ 0,076), por pessoa /ano

- Serviços odontológicos $\frac{\text{R\$ 26,50}}{\text{R\$ 0,076}} = \text{R\$ 348,68}$
- Serviços do SUS $\frac{\text{R\$ 6,36}}{\text{R\$ 0,076}} = \text{R\$ 83,68}$

Estes resultados demonstram que, tanto utilizado como base de cálculo do serviço privado ou como a referência do serviço público, o benefício/custo da fluoretação é muito grande pois, para cada R\$ 1,00 investido por pessoa/ano para fluoretação, tem-se uma economia de R\$ 348,68 no serviço privado e R\$ 83,68 para o serviço público por pessoa/ano, apenas no grupo etário de 7 a 12 anos.

Convertendo-se este valor em dólar (numa relação de US\$ 1,00 para R\$ 3,06 – média de 2003) teremos, para cada dólar investido na fluoretação, uma economia de US\$ 113,95 (para o serviço privado) e US\$ 27,35 (para o serviço público).

Tabela 5.16 – Equação da relação Benefício/Custo e seus componentes segundo sistema privado e público (real e dólar) para avaliação do sistema de fluoretação das águas de abastecimento no município de São Paulo, 2004.

Serviços	Incremento de cárie de 7 a 12 anos	Moeda	Custo médio Proc. odontológicos	Economia de custo Pessoa/ano	Custo médio fluoretação Pessoa/ano	Relação bem/custo Pessoa/ano
Privado	0,53	R\$	50,00	26,50	0,076	348,68
		US\$	-	-	0,025	113,95
Público	0,53	RS	12,00	6,36	0,076	83,68
		US\$	-	-	0,025	27,35

6 – DISCUSSÃO

O uso racional dos recursos hídricos e o aproveitamento destes de maneira equilibrada, são fatores fundamentais para o desenvolvimento social e para evitar a escassez destes, primordiais para a sobrevivência humana. A fluoretação das águas encontra-se incluída nestes princípios de aproveitamento racional dos recursos hídricos visando a melhoria da qualidade de vida da população.

A fluoretação de águas de abastecimento público representa, desde o início de sua implantação, na década de 40 nos EUA, a medida preventiva de maior impacto em saúde bucal, em termos populacionais. Não há registros de Jeclínio de prevalência de cárie tão significativos, no mundo inteiro, como os que são possíveis verificar após a adição de flúor às águas que uma população consome.

O caráter universal da medida, não privilegiando agrupamentos sociais e atingindo de forma eqüitativa populações que, tradicionalmente, são excluídas de benefícios de promoção em saúde, justifica ações por parte do Estado que garantam este direito da população, que já está consolidado por marcos legais há cerca de 30 anos no caso do Brasil.

Passados 50 anos desde a primeira fluoretação de águas no país é alarmante que ainda hoje 66% da população brasileira não tenha tido acesso à água fluoretada, incluindo 11 capitais.

Os governos federais, estaduais e municipais, responsáveis pela formulação, administração e gerenciamento de políticas públicas de saúde do país têm o dever de viabilizar administrativa e tecnicamente este benefício à população, que deve vir acompanhado de uma política mais abrangente de saneamento básico e acesso à água tratada. Assim, pode-se afirmar que a decisão de fluoretar as águas de um município é de caráter eminentemente político.

Atualmente, não há sustentação legal e nem mesmo fundamentação técnica para a não fluoretação de águas no Brasil. Este método preventivo comprovou-se eficiente, seguro, de baixo custo e abrangente.

6.1 Fluoretação no município de São Paulo

Pode-se observar que, no período anterior à fluoretação das águas de abastecimento público na cidade de São Paulo, a cárie dentária na população de 7 a 12 anos de idade mantinha-se em um patamar elevado, sem ocorrer mudanças estatisticamente significantes de 1970 a 1986 nos valores do CPO-D, tendo em média um incremento de 0,88 dentes atacados por cárie a cada ano de vida (Gráficos 5.1 a 5.6).

Segundo dados epidemiológicos coletados 10 anos após a fluoretação das águas, pode-se observar que ocorreu uma redução do nível

de doença com mudanças estatisticamente significativas, diferente do padrão da doença no período anterior a fluoretação. Segundo os dados apresentados na tabela 5.1, pode-se observar uma grande redução nos níveis da doença nos primeiros 10 anos de implantação deste método preventivo e uma redução menor no período dos 10 ao 16 anos pós fluoretação, observa-se uma estabilidade com suave redução nos padrões da doença, embora sem diferença estatisticamente significante. Nos gráficos 5.1 a 5.6 observa-se a tendência histórica do comportamento epidemiológico da cárie dentária nas idades de 7 aos 12 anos.

Segundo dados da SABESP, com relação ao acesso à rede de abastecimento, no período posterior a fluoretação, houve um aumento significativo da população abastecida por água tratada e fluoretada, chegando a um patamar de 100% da população residente na cidade abastecida pela rede de água. Pode-se, assim, afirmar que toda a população está tendo acesso ao benefício da fluoretação das águas, independente da condição social, do nível econômico da renda *per capita* e da idade, ou seja, há um acesso universal a este benefício para a saúde e, conseqüentemente, à saúde bucal, já que esta água é fluoretada.

Os dados se contrapõem aos dados da Fundação IBGE (2004), onde 1,4% da população da cidade de São Paulo não tem acesso a água tratada ou seja, aproximadamente 149.092 pessoas desprovidas deste benefício e, conseqüentemente, sem acesso ao flúor.

A fluoretação das águas pode ser monitorada segundo os relatórios de heterocontrole da fluoretação das águas da PMSP (gráfico 5.8) e o relatório da SABESP (tabela 5.4), conforme os níveis de ácido fluorsilícico utilizados na estação de tratamento. Embora tenham ocorrido valores fora do recomendado (entre 0,6 a 0,7ppm), devido, principalmente, à falta do produto (AFS) no mercado como comprovam os dois relatórios, este problema já foi sanado nos últimos 9 anos, ou seja, de 1993 a 2002, propiciando assim, um acesso da população à água com o benefício do flúor dentro dos parâmetros ideais.

Segundo FREITAS (2001), a grande redução na prevalência da cárie dentária em nível populacional foi resultado da aplicação de métodos de prevenção em massa, baseados na fluoretação das águas de abastecimento público e no acesso de uma grande parcela da população ao uso de dentífricos fluoretados que mudaram o padrão da doença com maior efetividade que a prática individualizada dos dentistas.

FREITAS (2001) ressalta que a fluoretação das águas de abastecimento tem papel estratégico na maioria dos países, por ser um método seguro, de baixo custo, de fácil aplicação e de grande alcance, sendo o principal mecanismo de redução da cárie dentária em comunidades que contam com acesso a apenas este método, devido às características econômicas, políticas e sociais, já que estas comunidades são excluídas de outros métodos tópicos com regularidade, além da falta de acesso a assistência básica de saúde bucal.

Vale ressaltar algumas limitações desta pesquisa, pois, ao focalizar o custo da fluoretação, não se aborda outras variáveis possivelmente intervenientes, que podem ter tanto papel positivo como negativo nos níveis de doença e que não foram controladas no presente estudo.

Dentre as variáveis que podem ter tido interferência nos padrões da doença nestes últimos 17 anos na cidade de São Paulo destaca-se a fluoretação do creme dental, a melhoria no padrão e na qualidade de vida, a implantação do SUS, e a municipalização da saúde e o acesso da população às ações individuais de assistência e às ações coletivas de saúde com caráter preventivo/educativo da população.

A partir de 1988, a população teve acesso ao creme dental fluoretado no Brasil, representando um grande avanço para a saúde pública pois este é mais um método de prevenção à cárie dentária, regulamentada pelo portaria federal nº 22 de 20/dez/1989 (SNVS 1989). Segundo CURY (1989), “quando a população tem o hábito de escovar os dentes, o flúor no dentífrico é tão abrangente quanto à água fluoretada, em termos de saúde pública, com relação ao efeito cariostático”.

Ainda segundo CURY (2003), até setembro de 1988 apenas 25% dos cremes dentais comercializados no Brasil apresentavam flúor. A partir desta data houve um aumento significativo e, em 2003, praticamente todos os cremes dentais apresentavam flúor em sua composição. O consumo de creme dental *per capita* no Brasil é de 1,4g/dia (CURY 1998) e

a diminuição na prevalência de cárie dentária pode chegar a 20% após dois anos de uso contínuo de creme dental fluoretado (MURRY 1992; PINTO 2000).

Observa-se uma melhora no padrão de vida e qualidade de vida na capital paulista nestas últimas duas décadas. Estas afirmações são sustentadas por alguns indicadores de saúde como a diminuição do coeficiente de mortalidade infantil para 15,1‰ em 2002 (SEADE 2003); melhora no IDH-M que era de 0,740 em 1980, e era de 0,804 em 1991 e que registrou o valor de 0,841 em 2003, caracterizando-se, assim, como uma cidade com alto desenvolvimento humano (SEADE 2003).

A partir de 1988, a política de saúde no Brasil sofreu uma profunda mudança no que se refere ao aspecto político, organizacional, financiamento e acesso aos serviços de saúde. Antes da implantação do SUS, apenas servidores públicos e trabalhadores formalmente vinculados à Previdência Social tinham acesso aos serviços públicos de saúde e, após a promulgação da constituição de 1988, todos passam a ter direito de acesso as ações e serviços de saúde para sua promoção, proteção e recuperação (BRASIL 1988).

De 1989 a 2002, ocorreram distintas formas de organizar a saúde pública na cidade de São Paulo. Durante os quatro primeiros anos deste período, o Governo Municipal iniciou o processo de municipalização da saúde e implantação do SUS, com mudanças no plano político. As duas gestões que sucederam-se neste período tomaram rumos diferentes. Em

1995, foram implantadas cooperativas de saúde e, o sistema de saúde “PAS” (plano de assistência à saúde) adotado pela secretaria municipal, feriu muitos preceitos constitucionais (COHEN e ELIAS 2001) prevista pela Lei federal nº 8.080 (BRASIL 1990). Entre eles, a não apreciação do “PAS” à participação popular por meio do Conselho de Saúde, que foi destituído de suas funções dentro do sistema (SÁ *et al* 1997). Este sistema de saúde permaneceu até 2001 quando novamente a política tomou outro rumo, retornando os princípios e as diretrizes constitucionais que regulamentaram a implantação do SUS.

Assim sendo, o SUS tem sua plena implantação na cidade apenas em 2002, quando ocorreu a municipalização da saúde, a transferência de equipamentos de saúde de Unidades Básicas de Saúde e de Hospitais - antes gerenciados pelo Estado e na ocasião repassadas para a gerencia municipal - e a transferência de recursos, com os repasses de verbas de nível Estadual e Federal, que haviam sido suspensos no período de implantação do “PAS”.

Segundo NARVAI *et al* (2000), o acesso às ações coletivas de saúde bucal tem um aspecto fundamental para a mudança no padrão da doença, contribuindo para a redução dos níveis de doença. Este fato destaca-se principalmente quando se trabalha com conceitos epidemiológicos de identificação de grupos de risco na população para definir a programação das ações de saúde bucal levando-se em conta não só o risco individual mas também o risco familiar e coletivo, referente ao

acesso a bens de serviço, acesso aos bens de consumo, aos aspectos sócio-econômicos, culturais, e comportamentais como ressalta FREITAS (2001).

É possível que essas variáveis também tenham contribuição no modelo no qual a cárie dentária teve redução no município de São Paulo nestas duas décadas. É difícil dissociar as variáveis em estudos ecológicos com medidas realizadas em pesquisas através de delineamento transversal.

Um contraponto a estas variáveis é observado pois, que, apesar dos avanços nos indicadores de qualidade de vida (CMI e IDH-M), os indicadores econômicos não são favoráveis, pois 40,06% dos responsáveis pelos domicílios têm renda inferior a três salários mínimos (SEADE 2003) e o Índice Gini de 0,57 reflete a desigualdade social e o desequilíbrio na distribuição de renda. Assim pose-se admitir que parte significativa desta população, desprovida de recursos econômicos não tenha acesso ao creme dental com flúor, agrava este quadro o fato de que o creme dental como outros métodos de controle de cárie, para ser efetivo, depende da frequência e da regularidade de aplicação. A questão torna-se mais grave quando se sabe que em alguns domicílios a mesma escova dental (que é de uso individual) é utilizada por todos os familiares.

Em termos de acesso a serviços de saúde, a problematização destaca-se pelo fato de tratar-se de uma população economicamente desprovida de recursos, que é quase exclusivamente dependente do sistema público de saúde. Embora a implantação do SUS tenha sido um

grande avanço na melhoria de acesso e na qualidade de serviços prestados à população, a área de saúde bucal ainda requer muito com relação à ampliação dos serviços pois, segundo dados da Secretaria de Estado de Saúde, em 1998, 12,15% da população tiveram acesso à assistência odontológica e 14,19% da população de 0 a 14 anos de idade foram cobertos com procedimentos coletivos (SES-SP 2002).

Pode-se, assim, afirmar com garantia que o flúor na água de abastecimento foi o único método preventivo de controle da cárie dentária em que a população teve acesso de forma equânime e com frequência constante comprovada pelos registros da Sabesp e pelo heterocontrole desde a sua implantação em 1985. Sendo assim, a população foi exposta ao benefício independente da sua condição sócio-econômica, cultural ou comportamental, sua faixa etária, etnia ou sexo.

6.2 Análise dos custos da fluoretação

Com a análise dos custos no período de 1985 a 2003, é possível observar que o montante gasto para proteger um indivíduo, morador da cidade de São Paulo, com flúor na água de abastecimento desde a implantação do sistema de fluoretação da mesma, ou seja, numa análise histórica, passados 18 anos desde a fluoretação das águas do município de São Paulo, o custo foi de R\$ 14.118.814,25 o que equivale a R\$ 1,44 (US\$ 0,94) por habitante; este valor é expressivamente menor que o

custo de uma restauração de uma face de amálgama ou de uma extração dentária, confirmado assim o baixo custo da medida frente ao importante benefício que ela propiciou para a população neste período.

Além do benefício diretamente ligado à saúde bucal, torna-se necessária a abordagem social deste benefício. A diminuição na demanda por assistência individual de urgência acarreta diminuição no absenteísmo escolar e no trabalho além da economia financeira em casos de necessidade de tratamentos mais complexos.

Estes recursos públicos que foram economizados poderiam ter sido direcionados a programas de prevenção, de educação e identificação de grupos de alto risco que têm necessidades especiais e prioridades na atenção e na assistência em saúde bucal, mudando a práxis do clássico modelo mutilador que caracterizou a saúde bucal brasileira durante as últimas décadas.

Antes da fluoretação, apenas 5% das crianças na idade de 12 anos não tinha experiência de cárie dentária na dentição permanente no município de São Paulo, ou seja CPO-D igual a zero (BRASIL 1988) e, segundo dados epidemiológicos realizados em três levantamentos distintos no período de 1996 a 2002, observou-se que a porcentagem de crianças livres de cárie dentária ao 12 elevou-se em média para 40% (SÃO PAULO 1997, 1998, 2002), ou seja, diminuiu consideravelmente o número de crianças que tiveram contato com a cárie dentária em idade precoce.

O custo médio *per capita*/ano da fluoretação na cidade de São Paulo foi de R\$ 0,08 (US\$ 0,03) e, mesmo se o custo da fluoretação fosse 100 vezes maior, ou seja, passasse a ser de R\$ 7,60 (US\$ 2,48), ainda assim, a fluoretação acarretaria em benefícios incalculáveis, justificando a sua implantação nos sistemas de abastecimento de água do Estado de São Paulo e no Brasil, evitando prejuízos à saúde bucal das comunidades e melhorando a qualidade de vida dos indivíduos.

Tendo um custo tão reduzido, espera-se um aumento na cobertura da população brasileira ao acesso à água tratada e fluoretada.

Para que esta meta seja cumprida, as políticas públicas de atenção em saúde devem visar a promoção, proteção e recuperação, visando a melhoria da qualidade de vida. As ações de saúde devem ser implantadas voltadas para o bem estar social de toda a população, minimizando as desigualdades sociais que têm marcas profundas no Brasil, e têm raízes consolidadas desde a colonização do país. A fluoretação das águas é um dos melhores mecanismos para favorecer a redução dos abismos sociais no acesso ao flúor e à saúde bucal, compensando a limitação decorrente da iniquidade social do país. Para que isto ocorra, é necessário que os municípios cumpram a Lei Federal nº 6.050/74, que tornou obrigatória a fluoretação das águas de abastecimento público em todo território nacional (BRASIL 1976).

Podemos observar que o custo com o tratamento de água de abastecimento ocorrido na cidade de São Paulo no período de 1998 a 2003

(tabela 5.7) teve um aumento nos últimos anos, destacando o custo de energia elétrica que passou de 5,61% em 1998 para 8,23% em 2003 (custo de tratamento de água). Os custos com os produtos químicos (incluindo o flúor) representaram de 53,4% a 59,6% do total de custos com o tratamento e o custo com o ácido fluorsilícico variou de 1,89% a 3,65%, com um valor médio de 2,45% na composição total dos custos de tratamento.

Embora alguns autores (WHITE *et al* 1989; CDC 1991), destaquem que o custo do AFS como de grande peso na fluoretação das águas, este tem uma pequena representatividade (2,45%), se comparado com o montante de recursos empregados no tratamento de água no período de 1998 a 2003.

Alguns críticos da fluoretação alegam que o custo é elevado. Para uma cidade com aproximadamente dez milhões de pessoas como o município de São Paulo, este custo sempre terá um valor extremamente pequeno, pois o mesmo dilui-se devido ao tamanho da população.

Comparando-se os resultados do custo da fluoretação no município de São Paulo e a simulação de custos para municípios de 50.001 a 100.000 habitantes, observamos que o custo para estes municípios é de R\$ 0,09 (US\$ 0,03) e muito próximo ao custo médio obtido para o município de São Paulo R\$ 0,08 (US\$ 0,03) ou seja uma diferença de apenas 1 centavo.

Segundo a pesquisa de RINGELBERG *et al* (1992) em pesquisa realizada em 44 comunidades da Flórida (EUA), o custo da

fluoretação das águas em comunidades com população de 10.000 a 50.000 habitantes é de US\$ 0,68 *per capita*/ano, comparando estes resultados com municípios brasileiros (US\$ 0,04 *per capita*/ano), na mesma faixa populacional (20.001 a 50.000 habitantes) pode-se notar uma grande diferença de custos, ou seja, um valor 17 vezes menor no Brasil que na Florida (EUA).

Para comunidades de até 10.000 habitantes RINGELBERG *et al* (1992) encontraram um custo médio de US\$ 2,12 por habitante/ano. Neste trabalho, o valor obtido foi de US\$ 0,15 por habitante/ano para comunidades com até 5.000 pessoas e de US\$ 0,09 por habitante/ano para cidades com uma população de 5.001 a 10.000 habitantes, um valor muito inferior aos encontrados pelos autores citados.

Um custo entre R\$ 0,46 e R\$ 0,09 (US\$ 0,15 a US\$ 0,03), por pessoa/ano representa um valor extremamente baixo se comparado ao benefício observado após 10 anos de implantação do sistema. Estes benefícios se refletem na redução, em média, de 60% na prevalência de cárie dentária (BROWN *et al* 1959; RIPA 1993); na diminuição significativa do número de pessoas com experiências de cárie dentária além do benefício social que esta medida proporciona, como diminuição de dor, “sofrimento psíquico” (DAVIES 1973), “mutilação dentária” (NARVAI 2000a), traumas físicos e emocionais, obtendo-se assim, uma melhoria na qualidade de vida (WHITE *et al* 1998).

Segundo CHAVES (1953a) e CALVO (1996), o custo inicial na compra de equipamentos e adequação da rede de abastecimento de água para implantação do sistema de fluoretação é o maior empecilho para que ele não ocorra.

Como demonstrado através dos resultados na tabela 5.14, os custos de instalação inicial dos equipamentos em municípios de até 20.000 habitantes foi calculado em R\$ 17.508,75 e para cidades de 20.001 a 100.000 habitantes foi de R\$ 26.018,75, que representa um valor relativamente baixo levando-se em conta o benefício para os habitantes. Além do baixo custo do investimento inicial, os equipamentos apresentam um tempo de vida útil de em média, 20 anos diluindo o valor do investimento inicial. Não justificando, assim a afirmação de que o alto custo de instalação dos equipamentos para o sistema de fluoretação inviabiliza a implantação do sistema.

Muitos municípios brasileiros ainda não adotaram as medidas necessárias para a implantação do sistema de fluoretação. Embora conste na lei que determinou a fluoretação das águas (Lei Federal nº 6.050 de 24/05/1974) uma previsão de financiamento destinado à implantação do sistema de fluoretação. Além disto observa-se uma omissão por parte dos poderes públicos na viabilização dos recursos para implantação do sistema de fluoretação nos municípios, embora conste no Art 5º do Decreto Federal 76.872 de 24/12/1974.

Para a análise de custos e benefícios de programas é muito importante o dimensionamento da abrangência do programa e o tempo que este foi implantado (NIESSEN e DOUGLASS 1984). O programa de fluoretação da cidade de São Paulo foi implantando em outubro de 1985, ou seja, há 18 anos, e tem uma cobertura de 100% da população (SABESP 2003), ou 98,6% segundo a Fundação IBGE (2004).

A análise dos resultados da relação benefício/custo da fluoretação que utilizou como base de cálculo o serviço privado e o serviço público, demonstrou-se que benefício/custo é muito grande pois, para cada R\$ 1,00 investido por pessoa/ano para fluoretação, tem-se uma economia de R\$ 348,68 (US\$ 113,95) no serviço privado e R\$ 83,68 (US\$ 27,35) para o serviço público por pessoa/ano, apenas no grupo etário de 7 a 12 anos.

GRIFFIN *et al* (2001) encontraram uma economia de US\$ 18,62 em tratamento dentário por pessoa/ano para grandes comunidades. Em comparação com os resultados encontrados na cidade de São Paulo decorrentes da fluoretação das águas de abastecimento, houve uma economia em tratamento dentário 1,5 vezes maior no serviço público (SUS) e 6 vezes maior no serviço privado.

Além destes resultados, extremamente favoráveis quanto à efetividade da fluoretação das águas de abastecimento, o baixo custo, a grande economia de custo ou seja, o grande benefício em relação aos custos, não se pode deixar de salientar que, em média, 40% de crianças aos 12 anos não têm experiência de cárie na dentição permanente, todos estes

benefícios a um custo médio de R\$ 0,08 (US\$ 0,03), por pessoa/ano, valor este mais baixo que o preço médio de uma bala de caramelo.

A análise de custo-benefício “destina-se a avaliar a viabilidade econômica de projetos sociais, podendo-se aplicá-los a um determinado programa ou a vários, para compará-los em termos de sua *rentabilidade social*” (UGÁ, 1995). A fluoretação das águas é uma ação de alta eficiência, de baixo custo e grande benefício. Representa uma decisão política, economicamente viável, socialmente justa e, segundo MAIER (1970), uma “*medida revolucionária*” pois promove uma transformação social no perfil epidemiológico da cárie dentária, diminuindo a desigualdade social ao acesso a produtos fluoretados inclusive pela população de estratos sociais mais baixos. A medida significa uma melhora na qualidade de vida, contribuindo assim para tornar as pessoas mais felizes e evitando o constrangimento ao sorrir sem a vergonha de mostrar arcos dentários mutilados ou com dentes parcialmente destruídos. Tais benefícios, intangíveis não podem ser avaliados uma vez que seu valor envolve subjetividade não alcançada por modelos de base monetária.

É importante salientar que, devido os benefícios que esta oferece, torna-se uma medida imprescindível, a fluoretação das águas de abastecimento permite aos gestores das políticas públicas de saúde bucal dos municípios uma reformulação destas em termos de priorização da atenção e reorganização do sistema de assistência, na medida em que o perfil epidemiológico da população se altera; permite ainda ampliar o acesso

à atenção a uma parcela maior da população, sem priorizar grupos etários e buscando uma resolubilidade maior principalmente nos grupos populacionais de alto risco de doença.

7. CONCLUSÃO

Tendo em vista os objetivos e a análise dos resultados obtidos nesta pesquisa concluiu-se que:

7.1 - Antes da implantação da fluoretação das águas no município de São Paulo o valor do índice CPO-D era 6,74 (6,12-6,82), em 1986, em crianças de 12 anos de idade. Após 18 anos desde a implantação e manutenção dessa medida preventiva constatou-se uma redução da ordem de 73% no valor desse índice registrando-se 1,75 (1,48-2,02) em 2002;

7.2 - No período de 1989 a 1992 ocorreu, em alguns meses, menor adição de ácido fluorsilícico na água de abastecimento. Após 1993 os teores estiveram dentro dos padrões aceitáveis, até 2003. Assim, pode-se admitir que no período de 1985 a 2003 a população paulistana esteve exposta a níveis suficientes e seguros de flúor na água de abastecimento para produzir os efeitos preventivos desejados;

7.3 - A estimativa de custos da SABESP para fluoretar a água do município de São Paulo, em 2003, foi de R\$ 887.726,59 (oitocentos e oitenta e sete mil, setecentos e vinte seis reais, e cinquenta e nove centavos) para uma população de 10.649.373 habitantes. Tal valor equivale a US\$ 290.106,72. O custo *per capita*/ano foi de R\$ 0,08 (US\$ 0,03) em 2003;

7.4 - A relação de benefício/custo indica que para cada real empregado na fluoretação houve uma economia de R\$ 348,68 (US\$ 113,95) para dispêndios que seriam realizados no setor privado e de R\$ 83,68 (US\$ 27,35) para custos que teriam onerado o orçamento do setor público, por pessoa/ano, apenas no grupo etário de 7 a 12 anos;

7.5 - As estimativas de custos para municípios com populações de até 5.000 habitantes foi de R\$ 0,46 (US\$ 0,15), de R\$ 0,27 (US\$ 0,09) para populações de 5.001 a 10.000 habitantes; de R\$ 0,17 (US\$ 0,05) para populações de 10.001 a 20.000 habitantes; de R\$ 0,12 (US\$ 0,04) para populações de 20.001 a 50.000 habitantes; e de R\$ 0,09 (US\$ 0,03) para populações de 50.001 a 100.000 habitantes.

O custo de implantação e manutenção da fluoretação da água durante 18 anos (período de 1985 a 2003) foi de R\$ 14.118.814,25 (quatorze milhões, cento e dezoito mil, oitocentos e quatorze reais, e vinte e cinco centavos), valor este equivalente a US\$ 4.613.991,59. Tal custo corresponde aos gastos com a implantação do sistema, instalações, produto químico, e sua operacionalização e controle. Isto corresponde a um custo *per capita* de R\$ 1,44 (US\$ 0,94).

Pode-se admitir que tais custos corresponderam a uma adequada alocação de recursos financeiros uma vez que, em termos

preventivos, contribuíram para reduzir em 73% o valor do índice CPO-D na idade de 12 anos, no período de 1985-2002.

O significado sanitário da fluoretação das águas de abastecimento público pode ser inferido do fato de que, em 1986, apenas 5% dos escolares do município de São Paulo estavam livres da cárie dentária mas, em 2002, essa porcentagem havia aumentado para 40%.

Ainda que se reconheça que a cárie é uma doença multifatorial e que, portanto, muitas variáveis estão envolvidas em sua patogênese, é inegável a contribuição da fluoretação das águas, uma típica intervenção de saúde pública, para sua prevenção e controle. Ao se cotejar custos e benefícios, conforme realizado nesta investigação, resulta evidente que essa medida apresenta características econômicas e de eficácia preventiva que a tornam uma tecnologia indispensável no combate à cárie, constituindo-se em possibilidade efetiva de garantir o exercício de direitos de cidadania em saúde.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ainamo J. The decline of dental caries in European countries. in: Frank RM, O'Hickey S. **Strategy for caries prevention in European countries according to their laws and regulations**. Oxford: IRL press 1987; 21-36.
2. Al-Mohammadi SM, Rugg-gun AJ, Butler TJ. Caries prevalence in boys aged 2, 4 and 6 years according to socio-economic status in Riyadh, Saudi Arabia. **Community Dent Oral Epidemiol**. 1997; 25: 184-6.
3. [APHA] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, **Standard Methods for the examination of water and wastewater**, 16th 1985: p 357-61.
4. Arnold FA Jr, Likins RC, Russell AL, Scott DB. Fifteenth year of the Grand Rapids fluoridation study. **J America Dental Assoc**. 1962; 65: 780-5.
5. Ast DB, Cons NC, Pollard ST, Garfinkel J. Time and cost factors to provide regular periodic dental care for children in a fluoridated and non-fluoridated area: final report. **J America Dental Assoc**. 1970; 80(4): 770-6.
6. Attwood D, Blinkhorn AS. Reassessment of the effect of fluoridation on cost of dental treatment among Scottish schoolchildren. **Community Dent Oral Epidemiology** 1989; 17(13): 79-82.
7. Baldani NH, Narvai PC, Antunes JLF. Cárie dentária e condições sócio-econômicas no Estado do Paraná, Brasil 1996. **Cadernos de Saúde Pública**. 2002; 18(3): 755-63.

8. Battellino LJ, Cornejo LS, Cattoni STD, Yankilevich ERLM, Azcura AI, Virga C. Evaluación del estado de salud bucodental en preescolares: estudio epidemiológico longitudinal (1993-1994), Córdoba, Argentina. **Rev Saúde Pública** 1997; 31(3): 272-81.

9. Barbisan AO, Ribeiro CRM, Fossati GF, Caminha JAN, Edler OS. Implicação econômica - familiar decorrente da fluoretação de águas de abastecimento público no Rio Grande do Sul. **Rev Fac Odont Porto Alegre**. 1970; 12: 35-44.

10. Birch S. The relative cost effectiveness of water fluoridation across communities: analysis of variations according to underlying caries levels. **Community Dental Health** 1990; 7(1): 3-10.

11. Birkeland JM, Haugejorden O, Ramn von der Fehr F. Some factors associated with the caries decline among norwegian children and adolescents: age-specific and cohort analyses. **Caries Research**. 2000; 34 (2): 109-16.

12. Black GV, McKay FS. Mottled Teeth: an endemic developmental imperfection of the teeth, heretofore unknown in the literature of dentistry. **Dental Cosmos** 1916: 58: 129-56.

13. 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]. **Diário Oficial da União de 16/05/74 pg. 2918-9**
<http://www.saude.gov.br/sps/areastecnicas/bucal/dados/fluor/lei6050.htm> <capturado em 05/11/02>

14. 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].
<http://www.saude.gov.br/sps/areastecnicas/bucal/dados/fluor/dec76872.htm> <capturado em 05/11/02>
15. Brasil. Ministério da Saúde. **Portaria 635** de 26 de dezembro de 1979. Brasília, DF. **CDMS**. 1979.
16. Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, CG-Senado Federal, 1988.
17. Brasil. Congresso Nacional. Lei Federal nº 8.080, de 19/09/1990. **Diário Oficial da União** 20 de set. 1990, p. 18055.
18. Brasil. Ministério da Saúde. **Levantamento Epidemiológico em Saúde Bucal: Brasil, Zona Urbana, 1986**. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Programas Especiais de Saúde. Divisão Nacional de Saúde Bucal, 1988.
19. Brasil. Ministério da Saúde . Secretaria de Políticas Públicas de Saúde. Área Técnica da Saúde Bucal. **Fluoretação das águas de consumo público no Brasil**. Disponível em [htm://www.saude.gov.br/programas/bucal/inicial.htm](http://www.saude.gov.br/programas/bucal/inicial.htm): capturado em 29 de março de 2003.
20. Brown HK; McLaren HR; Poplove M. Brantfort – Sarnia - Stratford fluoridation caries study. 1959 report. **Canadian Dental Association Journal** 1959; 26: 131-42.
21. Buendia OC. Situação atual da fluoretação de águas de abastecimento público no Estado de São Paulo. **Rev Saúde Pública** 1983; 17: 226-32.

22. Buendia OC. Fluoretação de águas: Manual de orientação pratica. **American Méd Editora Ltda: 1996.**
23. Burt BA, Eklund SA, Loesch WJ. Dental benefits of limited exposure to fluoridate water in childhood. **J Dent Res.** 1986; 61: 1322-5.
24. Burt BA. Cost effectiveness of caries prevention in dental public health. **J. Public Health Dentistry** 1989; 49 (Special Issue): 256-8.
25. Burt BA. Trends in caries prevalence in North American children **Int Dent J.** 1994; 44: 403-13.
26. Burton VJ, Rob MI, Craig GG, Lawson JS. Changes in the caries experience of 12 years old Sidney school children between 1963 and 1982. **Med J Aust.** 1984; 140: 405-7.
27. Calvo MCM. **Situação da fluoretação de águas de abastecimento público no Estado de São Paulo. Brasil, São Paulo; 1996.** [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].
28. Campatelli V. La carie dentaria nell'infanzia. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al.* **A survey of the literature of dental caries.** Whashington, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.
29. Carr SM, Dooland MB, Roder DM. Fluoridation II: An interim economic analysis. **Australian Dental Journal** 1980; 25(6): 343-8.
30. Chaves MM. Flúor e cárie dentária. **Revista Brasileira de Odontologia** 1953a; Número Especial: 03-66.

31. Chaves MM, Frankel JM, Melo C. Fluoretação de águas de abastecimento público para prevenção parcial da cárie dentária. **Rev APCD** 1953b; 7(2): 27-33.
32. Chaves MM. **Odontologia Social**. 3º ed. Rio de Janeiro: Artes Médicas; 1986.
33. [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. Water fluoridation: A Manual for Engineers and Technicians. CDC, 1991.
34. [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. Engineering and administrative recommendation for water fluoridation. **MMWR** 1995; 44(RR-13).
35. [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. Achievements in public health, 1990 – 1999: Fluoridation of drinking water to prevent dental caries. **MMWR** 1999; 48: 933-40.
36. [CDC] Centers for Disease Control and Prevention. Populations receiving optimally fluoridated public drinking water – United States, 2000. **MMWR** 2002; 51(07): 144-7.
37. Cox GJ. New knowledge of fluorine in relation to dental caries. **Journal of American Water Works Association** 1939; 31(1): 926.
38. [CRO-SP] Conselho Regional de Odontologia de São Paulo. **Situação atual da fluoretação da água de abastecimento público do Estado de São Paulo – 2001**. São Paulo: 2001. [relatório técnico].
39. Cohn A, Elias PE.(*cord*)et al. **O público e o privado na saúde o PAS em São Paulo**. São Paulo: Cortez: CEDEC, 1999.

40. Cunningham G. Experience of a school dental clinic: Cambridge dental institute. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al.* **A survey of the literature of dental caries.** Whashington, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.

41. Cury JA. Representatividade dos dentifrícios fluoretados no mercado brasileiro e sua confiabilidade como método preventivo. São Paulo: **ABOPREV.** 1989.

42. Cury JA. Carie e creme dental. **J Aboprev.** 1998; 9(espec): 2.

43. Cury JA. Uso de Flúor e o controle da cárie como doença. in: Baratieri LN, Monteiro S, Andrada MAC, Vieira LCC, Ritter AV, Cardoso AC. **Odontologia Restauradora – Fundamentos e possibilidade.** São Paulo: Santos; 2001 p 34-68.

44. Cury JA, Tabchoury CPM, Determination of appropriate exposure to fluoride in non-EME countries in the future. **J Appl Oral Sci** 2003; 11(2): 83-95.

45. Davies GN. Fluoride in the prevention of dental caries, a tentative cost-benefit analysis. **British Dental Journal** 1973; 135(3): 132-4.

46. Dean HT (1933). Distribution of mottled enamel in the United States. In: McClure FJ (Editor). **Fluoride drinking waters.** Maryland: USPHS; 1962; 11-23.

47. Dean HT (1934). Classification of mottled enamel diagnosis. In: McClure FJ (Editor). **Fluoride drinking waters.** Maryland: USPHS; 1962; 23-6.

48. Doessel DP. Cost-benefit analysis of water fluoridation in Townsville, Australia. **Community Dent Oral Epidemiol** 1985; 13(1): 19-22.

49. Dowell TB. The economics of fluoridation. **British Dental Journal** 1976; 140: 103-6.
50. Downer MC. Caries prevalence in the United Kingdom. **Int Dent J.** 1994; 44: 365-70.
51. Downer MC. Caries experience and sucrose availability: an analysis of the relationship in the United Kingdom over fifty years **Community Dental Health.** 1999; 16: 18-21.
52. Duram A, Del Passo E. Novo e prático índice para estimar a prevalência da cárie dentária em odontologia sanitária. **Rev. Ass. Paul. Cirug. Dent,** 1970; mar/abr, 24(2): 74-84.
53. Fenchel A. (1893) Die karies frequenz der Zahne hamburgischer kinder. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al.* **A survey of the literature of dental caries.** Whashington, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.
54. Frazão P, Antunes JLF, Narvai PC. Perda dentária precoce em adultos de 35 a 44 anos de idade, Estado de São Paulo, Brasil, 1998. **Rev Bras Epidemiol.** 2003; 6(1): 49-57.
55. Freitas SFT. **História social da cárie dentária.** Bauru, SP: EDUSC; 2001.
56. Freire PS, Freire AS, Resultados de sete anos de fluoretação de águas no Brasil. **Rev. Serv. Esp. Saúde Pub.** 1961; jun 11 (2): 633-45.
57. Freysleben GR, Peres MAA, Marcenes W. Prevalência de cárie e CPO-D médio em escolares de doze e treze anos de idade nos anos de 1971 e 1997, região Sul do Brasil. **Rev Saúde Pública** 2000; 34(3): 304-8.

58. [FSP-USP] Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, **Levantamento Epidemiológico em Saúde Bucal: Santos, SP, 1995.** São Paulo, FSP-USP, 1995; [Relatório].

59. [FSP-USP] Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Secretaria de Saúde de São Vicente, **Levantamento Epidemiológico em Saúde Bucal: São Vicente, SP, 1996.** São Vicente, FSP-USP, 1996; [Relatório].

60. Gandra YR. **Contribuição para o conhecimento do teor de flúor de águas do Estado de São Paulo – Significação sanitária do problema.** São Paulo; 1951. [Tese de Livre Docência – Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo].

61. Garcia AI. Caries incidence and cost of preventive programs. **Journal Health Dental** 1989; 49 (Special Issue): 259-271.

62. Griffin SO, Jones K, Tomar SL. An economic evaluation of community water fluoradation. **J Public Health Dentistry** 2001; 61(2): 78-86.

63. Gruebel AO. A measurement of dental caries prevalence and treatment service for deciduous teeth. **J Dent Res.** 1944; 23: 163.

64. Guilhermin V. (1895) Untersuchungen der Zahne von schulkinder Schweiz. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al.* **A survey of the literature of dental caries.** Whashington, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.

65. Haddix AC, Teutsch SM, Shaffer P, Dunet D. **Prevention effectiveness.** New York: Oxford University Press; 1996: 109.

66. Hipócrates. Ares, águas e lugares. In : Organización Panamericana de la Salud. **El desafío de la epidemiología: problemas y lecturas seleccionadas**. Washington: OPS:1988; 18-9. (Publicação Científica 505).
67. Horowitz HS, Heifetz SB. Methods for assessing the cost-effectiveness of caries preventive agents and procedures. **Int Dental Journal** 1979; 29(2): 106-17.
68. Hunt RJ, Eldredge JB, Beck JD. Effect of residence in a fluoridated community on the incidence of coronal and root caries in an older adult population. **J Pub Health Dent** 1989; 49(3): 138-41.
69. Hunter PBV, Henderson MBN. The oral health of 8 and 9 year old children in Timaru e Oamaru. **N.Z. Dent Journal** 1982; 78: 94.
70. [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico São Paulo, 1970. Rio de Janeiro, IBGE, 1974 p 398-406.
71. [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico São Paulo, 1980. Rio de Janeiro, IBGE, 1984 p 180-6.
72. [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico São Paulo, 1991. Rio de Janeiro, IBGE, 1994 p 83-95.
73. [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2001, <http://www.sidra.ibge.gov.br/>.
74. [IBGE] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas de Saneamento. 2004, <http://www.ibge.gov.br/><capturado em 13/04/2004>.

75. [IPC – FIPE] Índice de Preços Índice de Preços ao Consumidos, da Fundação Instituto de Pesquisa Econômica / USP 2004, <http://www.ocaixa.com.br/banco de dados/ipe-fipec.htm> <capturado em 20/02/2004>.
76. Keyes PH. Recent advances in dental research. Bacteriology. **Int Dent J.** 1962; des, 12 (4): 443-64.
77. Klein H, Palmer CE. Dental caries in American indian children. **Public Health Bulletin**, 1937; Des. (239): 1-53.
78. Klein H, Palmer CE, Knutson JW. Studies on dental caries. I. Dental status and dental needs of elementary school children. **Publ. Health. Rep.** 1938; mar, 53 (19): 751-65.
79. Knutson JW. *Et al.* The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience. IV report of findings with two four and six applications. **Publ. Health Rep.** 1946; mar. 62(12): 425-30.
80. Knutson JW. Simplified procedure for the collection of basic data for planning appraisal. **J. Amer. Publ. Health Ass.** 1947; 37: 1439.
81. Krohn C. Kinderzahnpflege. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al.* **A survey of the literature of dental caries.** Washinton, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.
82. Laurenti R, Mello Jorge MHP, Lebrão ML, Gotlieb SLD. **Estatísticas de Saúde.** 2ed. São Paulo: EPU; 198. p.31-7.
83. Lima YBO, Cury JA. Ingestão de flúor por crianças pela água e dentifrício **Rev Saúde Pública** 2001; 35(6): 576-81.

84. Luce FA. Fluoruración de las aguas em Brasil. **65º Congresso Odontológico Mundial Anual de la Federation Dentária Internacional** Toronto, Canadá, 1977.
85. Maier FJ. Aspectos de ingeniería de la fluoración del agua. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana** 1965; 59(3): 208-11.
86. Maier FJ. Las aportaciones de la ingeniería al progreso de la fluoración. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana** 1970; 68(6): 495-502.
87. Maltz M, Silva BB, Relação entre cárie, gengivite e fluorose e nível socioeconômico em escolares. **Rev Saúde Pública** 2001; 35(2): 170-6.
88. Manau C, Cuenca E, Martinez-Carretero J, Salleras L. Economic evaluation of community programs for the prevention of dental caries in Catalonia, Spain. **Community Dent Oral Epidemiol** 1987; 15(6): 297-300.
89. Manfredini MA. Santos: cidade sorriso. in: Cadernos de Resumos do ENATESPO XII - Congresso Brasileiro de Saúde Bucal Coletiva; Curitiba; 1996.p 8.
90. Marcenes W, Bonecker MJS. Aspectos epidemiológicos e sociais das doenças bucais in: Buischi YP. (org.) **Promoção de Saúde Bucal na Clínica Odontológica**. São Paulo, Artes Médicas, 2000; p 77-98.
91. McCombie F. Cost-effectiveness considerations in planning a preventive dental program for British Columbia. **Int Dental Journal** 1979; 29: 125-36.

92. McKay FS. The establishment of a definite relation between enamel that is defective in structure, as mottled enamel, and the liability to decay. **Dental Cosmos** 1929; 71(8): 747-55.

93. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas Especiais de Saúde. Área Técnica de Saúde Bucal. **Levantamento epidemiológico em saúde bucal – 1996: primeira etapa - Cárie Dental**, [on line] . Disponível em <[http:// www..datasus.gov.br/cgi/sbucal/sbdescr.htm](http://www.datasus.gov.br/cgi/sbucal/sbdescr.htm)> [2002 out 17].

94. Moore WJ, Corbertt ME. The distribution of dental caries in ancient British populations – II Iron age Romano-British and Medieval periods. **Caries Research** 1973; 7: 139.

95. Munblatt MA. A critical study of the incidence of dental caries in children. **Dent. Cosmos.** 1933; june, 75(6): 592-609.

96. Murray JJ. **O uso correto de fluoretos na saúde pública**. São Paulo, Organização Mundial da Saúde / Ed Santos, 1992.

97. Nadanovsky P. O declínio da Carie in: Pinto VG. **Saúde bucal coletiva**. São Paulo, Ed Santos, 2000; p 341-51.

98. Narvai PC, Castellanos RA. Levantamento das condições de saúde bucal - Estado de São Paulo, 1998: Caderno de Instruções. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Saúde Pública - Núcleo de Estudos e Pesquisas de Sistemas de Saúde, 1998.

99. Narvai PC; **Fluoretação das águas: razões para prosseguir**. São Paulo: FUNDAP/SES-SP; 1997.

100. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciência & Saúde Coletiva** 2000; 5 (2): 381-92.

101. Narvai PC, Castellanos RA, Frazão P. Prevalência de carie em dentes permanentes de escolares do município de São Paulo, SP 1970-1996. **Rev Saúde Pública** 2000b; 34(2): 198-200.
102. Narvai PC. Fluoretação de água: Heterocontrole no município de São Paulo no período 1990-1999. **Rev Bras Odont Saúde Coletiva** 2000c; 1(2): 50-6.
103. Narvai PC. **Vigilância sanitária da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, Brasil, no período 1990-1999**. São Paulo, 2001 [Tese de Livre Docência – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo].
104. Nelson W, Swint JM. Cost-benefit analysis of fluoridation in Houston, Texas. **J Public Health Dentistry** 1976; 36(2): 88-95.
105. Newbrun E. Effectiveness of water fluoridation. **J Public Health Dentistry** 1989; 49 (5 Special Issue): 279-89.
106. Newbrun E. Problems in caries diagnosis **Int Dent J** 1993; 43: 133-42.
107. Newbrun E. The fluoridation war: a scientific dispute or a religious argument? **J Public Health Dentistry** 1996; 56(5-special issue): 246-51.
108. Niessen L, Douglass CW. Theoretical considerations in applying benefit-cost and cost-effectiveness analyses to preventive dental programs. **J Public Health Dentistry** 1984; 44(4):156-68.

109. Odenthal (1887) Kariose zahne als eingangspforte infectiosen materials und ursache chronischer lymphdrusen scwellungen am hales. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al.* **A survey of the literature of dental caries**. Whashington, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.

110. [OMS] Organização Mundial da Saúde. **Levantamento epidemiológico básico de saúde bucal**. 3ªed. São Paulo: Santos, 1991.

111. [OMS] Organização Mundial da Saúde. **Levantamentos básicos em saúde bucal**. 4ªed. São Paulo: Santos, 1999.

112. [OMS] Organização Mundial da Saúde. **Fluorides and human health**, Genebra: WHO; 1970

113. [OMS] Organização Mundial da Saúde. **Appropriate use of fluorides for human health**, Genebra: WHO; 1986

114. [OPS] Organización Panamericana de la Salud. **Manual práctico de fluoretação de água potável**. Washington: OPS/OMS; 1975.
[Doc HP/DH/31/P].

115. [OPS] Organización Panamericana de la Salud. **Guías para la calidad del agua potable**. Washington: OPS/OMS; 1987.

116. Oscarson N, Kallestal C, Fjelddahl A, Lindholm L. Cost-effectiveness of different caries preventive measures in a high-risk population of swedish adolescents. **Community Dent Oral Epidemiol**. 2003; 31: 168-78.

117. Pereira MG. **Epidemiologia teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2000.
118. Peres MAA, Freitas ST, Lacerda J, Calvo MCM. Prevalência de cárie dentária na população de 3 a 12 anos de idade no município de Florianópolis, SC, Brasil, 1995. in: Cadernos de Resumos do ENATESPO XII - Congresso Brasileiro de Saúde Bucal Coletiva; Curitiba; 1996.p 31.
119. Peres MAA, Traebert JL, Marcenes WC. Levantamento epidemiológico em saúde bucal em escolares de 6 a 12 anos de idade no município de Blumenau, SC 1998 [Relatório final] Blumenau; 1998.
120. Peres KGA, Bastos JRM, Latorre MRDO, Severidade de cáries em crianças com aspectos sociais e comportamentais. **Rev Saúde Pública** 2000; 34(4): 402-8.
121. Petersson HG, Bratthall D. The caries decline: a review of reviews **Eur J Oral Sci** 1996; 104: 436-43.
122. Pinto VG. Revisão sobre uso e segurança do flúor. **RGO** 1993; 41(5): 263-6.
123. Pinto VG. Estudo epidemiológico sobre prevalência da cárie dental em crianças de 3 a 14 anos , Brasil 1993. Brasília: Sesi-DN; 1996.
124. Pinto VG. **Saúde bucal coletiva**. São Paulo: Editora Santos; 2000.
125. PNUD/ONU **Human development report 2000**. New York, Oxford University Press, 2002.

126. Ribeiro PC. Cotação do Dólar Comercial Venda. Gazeta Mercantil / Valor Econômico.
<http://www.geocities.com/Paris/Rue/5045/DOLARM.HTM> <capturado em 24/01/2004>.

127. Ringelberg ML, Allen SJ, Brown LJ. Cost of Fluoridation: 44 Florida Communities. **J. Public Health Dentistry** 1992; 52(2): 75-80.

128. Ripa LW. A half-century of community water fluoridation in the United States: review and commentary. **J. Public Health Dent** 1993; 53:17-62.

129. Rosa AGF. **Características epidemiológicas da cárie dental na dentição permanente de escolares do grupo etário de 7 a 14 anos no Estado de São Paulo**. São Paulo, 1987. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo].

130. Sá ENC, Simioni AMC, Ramos CRS, *et al.* Êxodo forçado de servidores da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo em decorrência da implantação do PAS – Plano de atendimento a saúde: São Paulo: USP-FSP; 1997 [série monográfica nº6 – eixo política, planejamento e administração].

131. [SABESP] Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, Sistema de abastecimento de águas da cidade de São Paulo, 2003. <http://www.sabesp.com.br/html/areas-de-atuacao/detalhe-asp?municipio/htm/>. <capturado em 24/06/2003>

132. Sampaio FC, Ramm von der fehr F, Arneherg P, Petrucci Gigante D, Hatloy A. Dental Fluorosis and Nutritional status of 6 to 11 – year – old. Children living in rural areas of Paraíba, Brasil. **Caries Res.** 1999; 33: 66-73.

133. [SANEPAR] Secretaria de Estado de Saúde do Paraná. Custo da fluoretação das águas de abastecimento Estado do Paraná em 2000. <http://www.saude.pr.gov.br/bucal/fluoretacao/custo-fluoretacao.htm> <capturado em 10/10/2003>
134. São Paulo. **Lei Estadual nº 4.637** de 18 de abril de 1958. São Paulo, SP.
135. São Paulo (Município). Secretaria Municipal da Educação. Departamento de Saúde Escolar. Levantamento epidemiológico de cárie dentária em escolares de São Paulo, em 1983-1984. In: **Proposta de um programa de integração da assistência Odontológica no município de São Paulo**. São Paulo: mimeo; 1985.
136. São Paulo. Secretária Municipal da Saúde. Centro de Epidemiologia, Pesquisa e Informação. Assessoria de Saúde Bucal. **Sistema municipal de vigilância sanitária da fluoretação de águas de abastecimento público** Relatório 1990. São Paulo: mimeo; 1990.
137. São Paulo (Município) Secretaria Municipal da Saúde, Coordenadoria de Saúde Bucal – COAS/SMS, Divisão Municipal de abastecimento – DIMA, **Sistema de Vigilância Sanitária de Fluoretação de águas de abastecimento público no município de São Paulo. 2000**. São Paulo: PMSP- SMS; 2001 [Relatório anual].
138. São Paulo (Município) Secretaria Municipal da Saúde, Coordenação de Desenvolvimento da Gestão Descentralizada - COGest, **Sistema de Vigilância Sanitária de Fluoretação de águas de abastecimento público no município de São Paulo. 2001**. São Paulo: PMSP- SMS; 2002 [Relatório anual].

139. São Paulo (Município) Secretaria Municipal da Saúde, Coordenação de Desenvolvimento da Gestão Descentralizada - COGest, **Sistema de Vigilância Sanitária de Fluoretação de águas de abastecimento público no município de São Paulo. 2002.** São Paulo: PMSP- SMS; 2003 [Relatório anual].
140. São Paulo (Município) Secretaria Municipal da Saúde, Coordenação de Desenvolvimento da Gestão Descentralizada - COGest, **Sistema de Vigilância Sanitária de Fluoretação de águas de abastecimento público no município de São Paulo. 2003.** São Paulo: PMSP- SMS; 2004 [Relatório anual].
141. Schnaider Filho DA, Prado IT, Narvai PC, Barbosa SR. Fluoretação da água – Como fazer a vigilância sanitária? **Cadernos de Saúde Bucal** 1992; 2. Rio de Janeiro: Rede CEDROS.
142. [SEADE] Fundação SEADE. Perfil Municipal de São Paulo <http://www.seade.gov.br/perfil/index.html> <capturado em 18/08/2003 e em 08/10/2003>
143. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. **Levantamento epidemiológico da cárie dentária, oclusopatias e fluorose dentária, em crianças de 5 a 12 anos de idade, em escolas públicas e privadas do município de São Paulo, em 1996.** São Paulo: FSP/USP; 1997.
144. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. **Levantamento epidemiológico em saúde bucal – estado de São Paulo, 1998.** São Paulo: FSP/USP; 1999.

145. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. **Condições de saúde bucal no estado de São Paulo em 2002**. São Paulo: SES-SP; 2002.

146. Scheinin A. *et al.* Prevalence of dental caries and dental health in relation to variable concentration of fluoride in drinking water: a clinical study on finnish school children. **Acta. Odont. Scan.** 1964; 22: 229-54.

147. Sheiham A. Changing trends in dental caries. **Int J Epidemiol.** 1984;13: 142-7.

148. Sheiham A. Why free sugar consumption should be below 15 Kg per person per year in industrialized countries the dental evidence. **Br Dent.** 1991; 171: 63-5.

149. Silva MC. Crise faz a Sabesp reduzir flúor na água **OESP – Jornal O Estado de São Paulo**; São Paulo 03/09/1992.

150. [SNVS] Secretaria Nacional de Saúde de Vigilância Sanitária. Portaria nº 22 de dezembro de 1989 – **Diário Oficial da União** 22/12/1989 pg 24111.
<http://www.saude.gov.br/sps/areastecnicas/bucal/dados/fluor/port22vig.htm>
 p <capturado em 05/11/02>.

151. Stamm JW, Banting DW, Imrey PB. Adult root caries survey of two similar communities with contrasting nature water fluoride levels. **J Am Dent Assoc.** 1990; 120(2): 143-9.

152. Souza JMP. **Índice CPO-D, índice de ataque, número de dentes irrompidos: Comportamento em escolares do Município de São Paulo**, São Paulo, 1970. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo].

153. [TDH] Texas Department of Health. Water Fluoridation Costs in Texas, House concurrent resolution 145, Texas 75th Legislature, May, 2000.
154. Thylstrup A, Ferjeskov O. **O Tratado de Cariologia**. Ed.Cultura Médica: Rio de Janeiro, 1988.
155. Thylstrup A, Ferjeskov O. **Cariologia Clinica**. Ed.Santos: São Paulo 2º ed, 1995.
156. Toro-Freire C. Dental caries in schoolchildren. apud Finn SB. Prevalence of dental caries. In: Toverud, G *et al*. **A survey of the literature of dental caries**. Whashington, DC, National Academy of Sciences/ National Research Council. 1952; 117-73.
157. Treasure ET, Dever JG. Relationship of caries with socioeconomic status in 14-year-old children from communities with different fluoride histories. **Community Dent Oral Epidemiol**. 1994; 22: 226-30.
158. Ugá MAD. Instrumentos de avaliação econômica de serviços de saúde: alcances e limitações. In : Piola SF, Vianna SM. **Economia da saúde: conceito e contribuição para a gestão da saúde**. Brasília, IPEA;1995.
159. Vasconcelos JL. Sugestões para as atividades de um programa dentário escolar. **Rev. Ass. Paul. Cirurg. Dent**. 1959; jul-ag 13(4): 193-208.
160. Viegas AR. **Odontologia sanitária – aspectos preventivos da cárie dentária**. São Paulo: Massao Ohno-USP; 1961.

161. Viegas Y, Viegas AR. Análise dos dados de prevalência de cárie dental na cidade de Campinas, SP Brasil, depois de dez anos de fluoretação da água de abastecimento público. **Rev. Saúde Pública.** 1974; 8: 399-409.
162. Viegas Y, Viegas AR. Prevalência de cárie dental na cidade de Campinas, SP, Brasil, depois de 14 anos de fluoretação da água de abastecimento público. **Rev Ass Paul Cirurg Dent** 1985; 39: 272-82.
163. Viegas AR, Viegas Y, Castellanos RA, Rosa AGF. Fluoretação da água de abastecimento público. **Rev Ass Paul Cirurg Dent** 1987; 41(1): 202-4.
164. Viegas Y, Viegas AR. Prevalência de cárie dental em Barretos, SP, Brasil, após dezesseis anos de fluoretação da água de abastecimento público. **Rev Saúde Pública** 1988; 22(1): 25-35.
165. Weinstein MC, Stason WB. Foundation of cost-effectiveness analysis for health and medical practices. **New Engl Journal Med** 1977; 296 (13): 716-21.
166. Weyne SC. A construção do paradigma de promoção de saúde: Um desafio para as novas gerações. in: Kriger L. (org.) **Promoção de Saúde Bucal.** São Paulo: Artes Medicas 1997; p 1-26.
167. White BA, Antczak-Bouckoms AA, Weinstein MC. Issues in the economic of community water fluoritaton. **J Dental Education** 1989; 53(11): 646-57.
168. World Health Organization, **Oral health surveys, basic methods.** 4^oed. Geneva: OMS, 1997.

169. Wright JC, Bates MN, Cutress T, Lee M. The cost-effectiveness of fluoridating water supplies in New Zealand. **Australian and New Zealand J Public Health** 2001; 25(2): 170-8.

ANEXOS

ANEXO 1

Roteiro para Entrevista:

A) CUSTO DO ÁCIDO FLÚOR-SILÍCICO.

- 1- Sistemas de tratamento de água na cidade de São Paulo
 - CSP – Cidade de São Paulo
 - GSP – Grande São Paulo
- 2- Volume de água distribuído por cada sistema.
- 3- Tipo de flúor utilizado em cada sistema.
- 4- Quantidade de flúor gasto por sistema/dia.
- 5- Tanques de estoques, número e capacidade
- 6- Capacidade de estocagem do produto

	Local	Vazão	AFS Tonelada	Tanque Armaz.	Estoque
Guaraú– Cantareira					
Guarapiranga					
AltoTietê					
Rio claro					
Ribeirão da Estiva					
Rio Grande					
Alto Cotia					
Baixo Cotia					

7 – Equipamentos necessários para:

- Estocar e armazenar;
- Dosar o produto;
- Controlar e verificar a dosagem;

8 – Armazenamento

- Equipamentos utilizados para armazenar e estocar o flúor
- Consumo dia de flúor
- Estocagem do produto
- Armazenamento ETA
- Armazenamento Central
- Compra conforme a necessidade

9 – Flúor

- Quantidade de Flúor natural
- Quantidade de flúor incorporado (flúor adicionado na ETA)
- Concentração ideal de flúor

10 – Dosagem do produto

- Equipamento utilizado para dosar o produto
 - Mecânico
 - Bomba dosadoras de vazão
- Controle da Dosagem
 - Onde é realizado
 - Quando é realizado (periodicidade)
 - Como é realizado
 - Quem realiza

B) CUSTOS

- 1- Relatório com a planilha de despesas - ano – mês , etc.
- 2- Gasto na compra do Flúor?
- 3- Empresas que fornecem o produto?
- 4- Mecanismos adotados pela compra do produto – licitação pública de preços?
- 5- Por ser sub produto da indústria de fertilizantes há sazonalidade na produção do produto, esta sazonalidade se reflete na composição do preço do produto?

- 6- Cada ETA faz sua própria compra ou há uma compra centralizada e distribuída?
- 7- O produto tem uma compra anual ou conforme a necessidade?
- 8- Qual o tempo de duração dos estoques reguladores?

C) PROBLEMAS

1. Há falta do produto no mercado?
2. Quando falta como o problema é solucionado para não interromper a fluoretação das águas?

D) OUTROS CUSTOS

- 1- Despesa de investimento inicial? (compra de equipamentos)
- 2- Despesas periódicas? (compra de tanque de armazenamento)
- 3- Despesas momentâneas? (troca de bomba)
- 4- Despesas de avanços tecnológicos? (medidores digitais)
- 5- Despesas com treinamento de RH?
 - Nº de funcionários para controle bomba
 - Qualificação e salário.
 - Nº de funcionários para o controle químico dos produtos
 - Qualificação e salário;
 - Tempo exigido para o controle;
 - Periodicidade dos testes;
 - Treinamento inicial ?
 - Treinamento de manutenção?
- 6- Despesas com laboratórios e vidrarias?

ANEXO 2

Quadro 1 - Consumo de ácido fluorsilícico, segundo meses do ano, no período de 1985 a 2003 e o volume de água tratada na ETA Guaraú no período de 1974 a 2003, São Paulo.

Ano / Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total	volume (m ³)	Kg / 1000 m ³
1974														71.075.168	0,00
1975														117.366.926	0,00
1976														189.825.957	0,00
1977														291.078.317	0,00
1978														334.950.217	0,00
1979														388.571.607	0,00
1980														457.598.260	0,00
1981														472.880.461	0,00
1982														514.270.165	0,00
1983														561.004.003	0,00
1984														611.002.386	0,00
1985											179	181	360	634.106.706	0,57
1986	164	149	181	198	193	185	206	208	200	213	211	215	2.323	728.049.783	3,19
1987	231	219	237	231	232	223	225	224	217	216	241	241	2.737	829.085.938	3,30
1988	269	231	219	237	231	232	223	225	224	217	216	241	2.765	871.203.015	3,17
1989	259	236	221	70	246	257	230	258	250	249	271	234	2.781	895.180.016	3,11
1990	281	234	233	134	148	274	246	272	227	268	257	291	2.865	917.960.822	3,12
1991	261	245	183	134	235	266	273	284	293	259	368	292	3.093	945.452.654	3,27
1992	287	248	40	162	288	303	180	271	308	249	279	293	2.908	959.560.278	3,03
1993	256	265	307	304	277	282	279	302	264	330	306	323	3.495	1.000.999.412	3,49
1994	297	251	339	278	306	294	316	287	258	281	288	299	3.494	1.038.264.615	3,37
1995	347	241	271	317	285	306	302	345	335	377	308	311	3.745	1.057.707.271	3,54
1996	316	304	319	327	311	283	326	280	343	295	340	299	3.743	1.053.538.830	3,55
1997	335	282	390	261	374	339	284	292	284	292	278	274	3.685	1.047.106.323	3,52
1998	271	249	356	306	309	284	287	306	280	261	317	276	3.502	1.037.797.978	3,37
1999	321	264	304	316	348	325	304	359	261	307	323	302	3.734	1.045.568.497	3,57
2000	349	303	336	308	360	281	299	321	261	334	288	260	3.700	1.019.521.640	3,63
2001	339	284	308	302	369	264	319	287	304	287	264	331	3.658	958.124.617	3,82
2002	296	289	312	289	284	341	324	322	301	331	307	274	3.670	1.009.996.725	3,63
2003	321	292	341	323	330	373	317	304	270	257	258	278	3.664	996.385.844	3,68

Anexo 3

Cotação do Dólar Americano Médio Comercial

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1985	3351,42	3756,93	4162,13	4709,67	5212,48	5728,67	6222,58	6706,45	7462,17	8181,94	8913,33	9950,00
1986	11243,6	12966,1	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,97	14,11	14,56
1987	15,63	18,08	20,88	23,67	30,45	39,36	44,89	47,10	49,82	53,64	59,16	67,72
1988	77,38	91,14	107,45	124,81	150,88	177,88	216,01	267,99	323,40	411,75	525,77	669,11
1989	0,9073	1,00	1,00	1,014	1,099	1,328	1,898	2,471	3,238	4,466	6,165	9,326
1990	14,206	24,117	37,341	47,868	52,190	57,190	66,524	71,846	74,904	95,165	123,130	154,240
1991	193,19	221,76	230,34	252,19	271,74	297,62	328,92	371,33	428,93	583,85	740,37	939,18
1992	1197,4	1478,7	1814,2	2196,8	2628,6	3149,8	3829,2	4672,1	5771,6	7214,9	9044,6	11150,9
1993	14059,1	17868,6	22469,2	28728,9	37040,3	48106,5	62773,2	82,74	111,19	151,23	205,80	279,39

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	390,82	550,81	768,12	1109,56	1585,48	2296,26	0,933	0,899	0,865	0,846	0,842	0,850
1995	0,847	0,841	0,889	0,912	0,897	0,914	0,929	0,942	0,953	0,960	0,963	0,968
1996	0,975	0,981	0,986	0,990	0,995	1,001	1,007	1,013	1,019	1,025	1,030	1,037
1997	1,043	1,049	1,057	1,061	1,068	1,075	1,081	1,088	1,0964	1,1031	1,1098	1,1164
1998	1,1237	1,1304	1,1374	1,1443	1,1505	1,1546	1,1615	1,1717	1,1809	1,1884	1,1937	1,2054
1999	1,5019	1,9137	1,8968	1,6941	1,6835	1,7654	1,8003	1,8808	1,8981	1,9695	1,9299	1,8428
2000	1,8037	1,7753	1,7420	1,7682	1,8279	1,8083	1,7978	1,8092	1,8392	1,8796	1,9480	1,9633
2001	1,9545	2,0019	2,0891	2,1925	2,2972	2,3758	2,4660	2,5109	2,6717	2,7402	2,5431	2,3627
2002	2,3779	2,4196	2,3466	2,3204	2,4804	2,7140	2,9346	3,1101	3,3420	3,8059	3,5764	3,6257
2003	3,4384	3,5908	3,4469	3,1187	2,9557	2,8832	2,8798	3,0025	2,9228	2,8615	2,9138	2,9253

Esta página é mantida pelo Prof. Paulo Cezar Ribeiro

Fonte: Gazeta Mercantil / Valor Econômico

IPC (FIPE)

Variação % Mensal

IPC	1985	1986	1987	1988	1989
JAN	11,18	14,05	13,75	14,70	31,11
FEV	9,69	10,86	11,28	13,38	14,01
MAR	10,79	1,83	11,97	18,65	6,46
ABR	8,33	2,31	16,55	21,17	10,02
MAI	8,91	1,92	26,49	16,25	16,59
JUN	8,16	0,96	26,76	21,70	25,29
JUL	11,40	1,07	9,24	22,65	28,06
AGO	11,71	1,88	4,45	19,67	30,95
SET	7,62	1,43	6,73	23,60	35,83
OUT	12,09	3,08	10,17	28,48	37,29
NOV	12,76	4,43	13,40	25,77	42,96
DEZ	12,46	10,30	15,92	27,89	51,82
ANO	228,22	68,08	367,13	891,67	1.635,85

IPC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
JAN	74,53	21,02	25,89	27,42	40,30	0,80	1,82	1,23	0,24	0,50
FEV	70,16	20,54	21,57	25,10	38,19	1,32	0,40	0,01	-0,16	1,41
MAR	79,11	7,48	21,74	25,16	41,94	1,92	0,23	0,21	-0,23	0,56
ABR	20,19	7,19	22,73	28,74	46,22	2,64	1,62	0,64	0,62	0,47
MAI	8,53	5,76	22,53	29,14	45,10	1,97	1,34	0,55	0,52	-0,37
JUN	11,70	9,78	22,45	30,53	50,75	2,66	1,41	1,42	0,19	-0,08
JUL	11,31	11,30	21,10	30,89	6,95	3,72	1,31	0,11	-0,77	1,09
AGO	11,83	14,42	23,16	33,97	1,95	1,43	0,34	-0,76	-1,00	0,74
SET	13,13	16,21	24,41	34,12	0,82	0,74	0,07	0,01	-0,66	0,91
OUT	15,83	25,17	26,46	35,23	3,17	1,48	0,58	0,22	0,02	1,13
NOV	18,56	25,39	21,89	35,84	3,02	1,17	0,34	0,53	-0,44	1,48
DEZ	16,03	23,25	25,29	38,52	1,25	1,21	0,17	0,57	-0,12	0,49
ANO	1.639,08	458,61	1.129,45	2.490,99	941,25	23,17	10,04	4,83	-1,79	8,64

IPC	2000	2001	2002	2003
JAN	0,57	0,38	0,57	2,19
FEV	-0,23	0,11	0,26	1,61
MAR	0,23	0,51	0,07	0,67
ABR	0,09	0,61	0,06	0,57
MAI	0,03	0,17	0,06	0,31
JUN	0,18	0,85	0,31	-0,16
JUL	1,40	1,21	0,67	-0,08
AGO	1,55	1,15	1,01	0,63
SET	0,27	0,32	0,76	0,84
OUT	0,01	0,74	1,28	0,63
NOV	-0,05	0,61	2,65	0,27
DEZ	0,26	0,25	1,83	0,42
ANO	4,38	7,13	9,92	8,17

Fonte: Fundação Instituto de Pesquisa Econômica (USP)