

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

**VALQUIRIA VIEIRA CAMURÇA**

**HETEROCONTROLE DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FORTALEZA, CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2008**

**VALQUIRIA VIEIRA CAMURÇA**

**HETEROCONTROLE DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FORTALEZA, CEARÁ**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Odontologia.

Orientador Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eneide Leitão de Almeida

**FORTALEZA**

**2008**

C218h Camurça, Valquiria Vieira

Heterocontrole dos teores de flúor nas águas de abastecimento público de Fortaleza, Ceará/ Valquiria Vieira Camurça. 2008.

85 f. : il.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eneide Leitão de Almeida

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Fortaleza, 2008.

1. Flúor. 2. Abastecimento de Água. 3. Vigilância Sanitária de Ambientes. I. Almeida, Maria Eneide Leitão de (orient.). II. Título.

CDD 617.601

VALQUIRIA VIEIRA CAMURÇA

HETEROCONTROLE DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FORTALEZA, CEARÁ

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Odontologia com área de concentração em Clínica Odontológica.

Aprovada em 28/08/2008

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eneide Leitão de Almeida (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Elizabethe Cristina Fagundes de Souza  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Lea Maria Bezerra de Meneses  
Universidade Federal do Ceará - UFC

À minha família

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me mostrar o caminho a seguir.

À minha irmã Valeska Vieira Camurça, pela participação e ajuda em todas as etapas dessa dissertação.

À minha orientadora Maria Eneide Leitão de Almeida, pela confiança em meu potencial, apoio e compreensão nos momentos difíceis, assim como pela amizade e exemplo de dedicação.

Ao prof. Antônio Sérgio Luz e Silva, pelo direcionamento dessa dissertação e por acreditar na minha capacidade e servir de exemplo e inspiração como pessoa e profissional, a quem devo toda admiração.

À Prefeitura Municipal de Baturité e a Prefeitura Municipal de Fortaleza, pela generosa liberação das funções exercidas por mim como cirurgiã-dentista para freqüentar as aulas do Mestrado.

À Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza e a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), pela colaboração e pelo atendimento a nossa solicitação de documentos.

Ao prof. Paulo César de Almeida, pela pronta colaboração na realização dos cálculos estatísticos.

Às bibliotecárias Norma de Carvalho Linhares e Rosane Maria Costa da Biblioteca de Ciências da Saúde da UFC, pela correção das referências bibliográficas.

Aos meus colegas de mestrado, pelo apoio e feliz convivência.

Aos amigos do Núcleo de Saúde Bucal Coletiva (NESBUC), pelos momentos compartilhados, apoio e incentivo.

Aos servidores, em especial ao Germano e a Lúcia pelo trabalho sério e prestativo.

À Pós-Graduação como um todo, em especial ao prof. Sérgio Lima Santiago pela disposição e ajuda.

"É fazendo que se aprende a fazer aquilo que se deve aprender a fazer."

Aristóteles

## RESUMO

A importância da ação do fluoreto na prevenção e no controle da cárie tem sido mundialmente comprovada ao longo dos anos, sendo a fluoretação das águas de abastecimento público aceito como um dos métodos principais. Não basta, porém, adicionar flúor às águas, é necessário também assegurar que a população receba o elemento adicionado em quantidade adequada. Para isso, deve existir um sistema de vigilância, objetivando acompanhar a execução da fluoretação das águas de abastecimento público (heterocontrole). Nesse contexto, objetivou-se avaliar o heterocontrole dos teores de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza, Ceará, mediante um estudo descritivo, observacional e longitudinal. Para tanto, foram utilizadas análises qualitativa e quantitativa. Na abordagem qualitativa, procurou-se entender de que maneira Fortaleza realizava a vigilância da qualidade da água no que diz respeito aos teores de flúor, descrevendo-se a metodologia utilizada pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza a fim de realizar o heterocontrole. Para a coleta de dados, empregou-se uma entrevista semi-estruturada por meio de um roteiro aplicado aos responsáveis técnicos pela coordenação e execução do heterocontrole. As entrevistas foram realizadas pela própria pesquisadora, sendo utilizado um gravador para o registro das falas dos entrevistados. Na abordagem quantitativa, objetivou-se estabelecer os teores de flúor das águas de abastecimento público de Fortaleza segundo dados da Vigilância Ambiental do Município e, posteriormente, relacionar esses resultados aos da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), verificando a existência de subdosagem ou superdosagem. Para tanto, determinou-se o período de janeiro a novembro de 2006 para avaliar os dados das duas instituições, utilizando-se o teste t de Student para comparação das médias dos teores de flúor da Vigilância Ambiental de Fortaleza e da CAGECE e para comparar as médias de flúor com os valores-padrão 0,6 ppm de flúor (valor mínimo) e 0,8 ppm (valor máximo). Para a análise qualitativa, verificou-se a existência de um esquema estruturado no Município de Fortaleza para coleta, captação, armazenamento e análise das amostras de água a fim de determinar os teores de flúor, assim como a distribuição geográfica dos locais de coleta dessas águas e o treinamento dos responsáveis pela captação das amostras. Observou-se, no entanto, um número inferior de amostras de água analisadas por mês. No que se refere à análise quantitativa, a Vigilância Ambiental de Fortaleza encontrou, no período estudado, teores de flúor elevados, com média de 0,8532 e com 53,6% das análises acima dos valores aceitáveis, aumentando o risco de fluorose dentária. Também foi encontrada, no período estudado, diferença nas análises da Vigilância Ambiental de Fortaleza e da CAGECE, sugerindo novas análises para determinar a real concentração de flúor nas águas de abastecimento da cidade. Concluímos que a Capital do Ceará apresenta uma metodologia para realização do heterocontrole embasada em documentos científicos e técnicos. Apresenta, contudo, falhas inerentes à recente implantação da vigilância dos teores de flúor na água de abastecimento público. Concluímos também que não existe consenso entre os dados das instituições analisadas, sendo necessárias novas análises para identificar os níveis corretos de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza e estabelecer de forma definitiva os teores de flúor fornecidos à população.

Palavras-chave: Flúor. Abastecimento de Água. Vigilância Sanitária de Ambientes.



## ABSTRACT

The importance of the action of fluoride in the control of dental caries has been proved internationally over the period of many years, such that the fluoridation of public water supply has been accepted as a key control method. It is not enough, however, to simply apply fluoride to water; it is also necessary to assure that the population receives the appropriate quantity of the element. For this to happen, a surveillance system must be in place with the objective of monitoring the fluoridation of public water sources (heterocontrol). Within this context, the objective of this study is to evaluate the heterocontrol of fluoride levels in the water supply of Fortaleza, Ceará, through a descriptive, observational, longitudinal study. Towards this end, qualitative and quantitative analyses were employed. In the qualitative approach, we sought to understand the ways in which Fortaleza controls its water quality with respect to fluoride levels, describing the methodology used by the Environmental Health Surveillance System of Fortaleza for heterocontrol. For data collection, a semi-structured interview with a script was used and applied to the technicians responsible for heterocontrol. The interviews were conducted by the researcher, using a recorder to tape the answers given by the interviewees. In relation to the quantitative approach, the study sought to determine the fluoride levels in the Fortaleza public water supply according to the Municipal Environmental Surveillance Sector, and subsequently to compare these results to those of the Ceará Water Works (CAGECE), verifying the existence of under or over dosage. The period of January to November 2006 was defined to evaluate the data of the two institutions, using Student's t-test to compare the averages of fluoride levels taken by Fortaleza Environmental Surveillance and CAGECE and to compare the averages with the standard values of 0.6 ppm of fluoride (minimum value) and 0.8 ppm (maximum value). Following the qualitative analysis, it was verified that there exists a structured system in the municipality of Fortaleza to collect, impound, store and analyze water samples in order to determine fluoride levels as well as the geographic distribution of the water collection sites and the training of those responsible for sample impounding. However, it was observed that fewer samples are analyzed per month than is ideal. As for the quantitative analysis, Fortaleza Environmental Surveillance found elevated fluoride levels over the period under study with an average of 0.8532 ppm and 53.6% of analyses above the accepted limits, thereby increasing the risk of dental fluorosis. Differences in the analyses of Fortaleza Environmental Surveillance and CAGECE were also encountered over this period, suggesting the need for more analysis to determine the true fluoride concentration in the city's water supply. We conclude that the capital city of Ceará does have a methodology for heterocontrol, based on its scientific and technical documents. However, there are inherent flaws in the recent implementation of fluoride surveillance in the public water supply. We also conclude that there is no consensus between the data of the two institutions researched, thus making it necessary to undertake new analyses to identify the correct fluoride levels in the Fortaleza water supply and definitively establish the levels to be supplied to the general public.

Key-words: Fluoride. Water Supply. Health Surveillance of Environments.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa de Fortaleza e sua divisão em Secretarias Executivas Regionais.....	42
Tabela 1	Valores de média, mediana, desvio padrão, percentis e valores máximo e mínimo de teores de flúor no período estudado, segundo dados da Vigilância Ambiental de Fortaleza. Fortaleza, 2007.....	59
Tabela 2	Teste t de Student para médias de teores de flúor com o valor máximo (0,8 ppm), segundo Secretaria Executiva Regional de Fortaleza.....	62
Gráfico1	Distribuição das médias dos teores de flúor das Secretarias Executivas Regionais (SER) por mês. Fortaleza, 2007.....	63
Tabela 3	Média, desvio-padrão e teste t de Student segundo SER e instituição pesquisadora . Fortaleza, 2007.....	66
Tabela 4	Porcentagens de teores de flúor em Fortaleza, segundo intervalo de medidas de flúor e instituição pesquisadora. Fortaleza, 2007.....	67

## LISTA DE SIGLAS

ACD - Auxiliar de consultório dentário  
ADA - American Dental Association  
CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará  
CENEPI - Centro Nacional de Epidemiologia  
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CGVAM - Coordenação Geral de Vigilância Ambiental  
CPOD - dentes cariados, perdidos e obturados  
DCL - dose certamente letal  
DNC - Dosadores de Nível Constante  
DPT - dose provavelmente tóxica  
DSL - dose seguramente tolerada  
ETA - Estações de Abastecimento de Água  
FSESP - Fundação Serviços de Saúde Pública  
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde  
LACEN - Laboratório Central de Saúde Pública  
MS - Ministério da Saúde  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde  
Ppm - partes por milhão  
SAAE - Serviços Autônomos de Água e Esgoto  
SESP - Serviços de Saúde Pública  
SER - Secretaria Executiva Regional  
SNVA - Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde  
SUS - Sistema Único de Saúde  
SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde  
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>O elemento químico Flúor e suas formas de apresentação na natureza.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>O flúor no combate a cárie dentária.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>O Flúor e seus mecanismos de ação.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Toxicologia do flúor.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>A veiculação do Flúor pela água.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6</b>	<b>O Flúor nas Estações de Tratamento de Água.....</b>	<b>27</b>
<b>3.7</b>	<b>Sistema de Vigilância Ambiental.....</b>	<b>30</b>
<b>3.8</b>	<b>Fluoretação das águas de abastecimento público no Brasil...</b>	<b>32</b>
<b>3.9</b>	<b>Fluoretação das águas de abastecimento público no Ceará e em Fortaleza.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Delineamento do estudo.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2</b>	<b>Coleta e Análise dos Dados.....</b>	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Aspectos éticos.....</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Etapa 1: Análise qualitativa da metodologia utilizada pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza para a realização do heterocontrole dos teores de flúor.....</b>	<b>45</b>

5.1.1	Objetivos do heterocontrole dos teores de flúor.....	45
5.1.2	Amostras coletadas: realidade da Vigilância Ambiental em Saúde...	48
5.1.3	Escolha dos locais de coleta.....	49
5.1.4	Responsáveis pelas coletas de água.....	52
5.1.5	Material, periodicidade e forma utilizada para a coleta de água.....	53
5.1.6	Análises das Amostras.....	55
5.1.7	Armazenamento das Amostras de Flúor.....	56
5.1.8	Sensibilidade do Método de Detecção de Flúor na Água.....	57
<b>5.2</b>	<b>Etapa 2: Análise quantitativa dos teores de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza segundo dados do heterocontrole realizado pela Vigilância Ambiental de Fortaleza.....</b>	<b>58</b>
<b>5.3</b>	<b>Etapa 3: Análise comparativa dos teores de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza, segundo dados da Vigilância Ambiental de Fortaleza e da CAGECE.....</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>71</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da ação do fluoreto na prevenção e no controle da cárie dentária tem sido mundialmente comprovada ao longo dos anos, justificando seu uso sob diversas formas de administração, tanto por profissionais de saúde como em programas de alcance coletivo, o que, combinado com ações educativas, produziu mudanças positivas no perfil epidemiológico (SILVA, 2004).

Dentre os fatores envolvidos nesse processo, é aceito o fato de que o principal é a fluoretação das águas de abastecimento público, uma vez que os efeitos preventivos do flúor são maiores quando a água é empregada como veículo em ações de saúde pública (SALIBA *et al.*, 1981; VIEGAS *et al.*, 2004). Essa forma de aplicação do flúor constitui uma das medidas mais práticas, eficazes, seguras e econômicas, reduzindo, em média, 60% a incidência de cárie, a baixo custo relativo e sem qualquer tipo de discriminação entre os beneficiados pela medida (PINTO, 1992).

A fluoretação da água de abastecimento público é um método consagrado de forma generalizada, tendo sido reconhecida em 1969, durante a 22<sup>a</sup>. Assembléia da Organização Mundial de Saúde, realizada em Boston, como uma “medida de saúde pública, prática e efetiva.” (PEREIRA, 2003).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), o Ministério da Saúde e todas as entidades nacionais representativas da área odontológica no Brasil recomendam a fluoretação das águas de abastecimento público nos locais onde há indicação técnica para aplicar a medida (BRASIL, 1999a).

Corroborando a importância da fluoretação das águas de abastecimento público como uma medida de saúde pública efetiva, em 2004 é lançado o Programa Brasil Sorridente pelo Ministério da Saúde. Esse Programa do Governo Federal teve como objetivo melhorar as condições de saúde bucal da população brasileira, sendo que seu sub-componente “Fluoretação das águas do Programa Brasil Sorridente” apresentou como objetivo geral a contribuição para redução da prevalência de cárie dental mediante a fluoretação da água de abastecimento público (BRASIL, 2004). Contudo, o flúor é tóxico e é o conhecimento acumulado a respeito dos riscos de sua toxicidade que permite a utilização dessa substância em termos de benefício.

O maior problema causado pelo flúor é a intoxicação crônica que ocorre em indivíduos expostos a altas doses por período prolongado. O primeiro sintoma de ingestão de flúor acima do limite adequado por longos períodos é o aparecimento de formas leves de fluorose dental. Se a concentração de flúor na água de abastecimento público está dentro do padrão ótimo, então haverá fluorose dental na população num nível considerado clinicamente aceitável (GUEDES PINTO, 1997).

A fluorose dental leve causa apenas alterações estéticas, caracterizadas por pigmentação branca do esmalte dentário, na forma moderada e severa, caracterizada por manchas amarelas ou marrons; além de defeitos estruturais no esmalte, apresenta repercussões estéticas, morfológicas e funcionais. A fluorose sistêmica, provocada por ingestão de altas concentrações de flúor (acima de 8 ppm), pode provocar alterações esqueléticas, articulares, neurológicas e nefrológicas, dentre outras (MOYSÉS, 2002).

Por isso, não basta adicionar flúor nas águas de abastecimento público, é necessário também assegurar que a população receba em quantidade adequada. Daí a importância de estudos desta natureza para que se avalie o teor de flúor na água de abastecimento. Nesse sentido, nosso estudo pretende colaborar para ampliar o conhecimento dessa situação no município de Fortaleza.

Para melhor se discutir esta temática, é fundamental diferenciar as expressões controle operacional e heterocontrole ou controle da qualidade da água e vigilância da qualidade da água, de acordo com a Portaria nº. 518 de 2004 do Ministério da Saúde.

Para Oliveira (1997) deve existir um sistema de vigilância, objetivando acompanhar o trabalho de fluoretação das águas de abastecimento público com base nos seus efeitos na água oferecida ao consumidor, em diferentes localidades, por meio do exame de amostras coletadas. Trata-se do heterocontrole.

O controle operacional das concentrações de flúor é realizado pela empresa responsável pelo tratamento e adição do flúor na água e objetiva monitorar teores adequados de flúor na saída da unidade de tratamento e na ponta da rede. O heterocontrole refere-se ao conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende as normas de potabilidade e para avaliar os riscos que os sistemas de

abastecimento de água representam para a saúde humana (SCHNEIDER FILHO *et al*, 1992; BRASIL, 2004b).

O heterocontrole tem importância nos campos jurídico, técnico e político. No terreno jurídico, o sistema é regulamentado por legislação federal e muitas vezes complementado por normas estaduais e distritais, dando meios ao cidadão de solicitar medidas judiciais quando do seu descumprimento. No campo técnico, propicia a redução de cárie dental quando observado o teor “ótimo” e sua regularidade no abastecimento de água. No âmbito político, revela o grau de prioridade conferido à saúde bucal pelas autoridades, além de demonstrar o desperdício de recursos investidos quando da interrupção ou irregularidade do processo (SCHNEIDER FILHO *et al*, 1992).

É fundamental que os dados obtidos durante o heterocontrole sejam divulgados junto à população e entidades interessadas para que seja assegurado o controle pela sociedade civil, permitindo correções caso sejam necessárias (SCHNEIDER FILHO *et al*, 1992).

Em Fortaleza, a fluoretação das águas de abastecimento público iniciou entre os anos de 1983 e 1986, mediante convênio entre a Companhia Estadual de Saneamento e a Esfera Federal. Em 1986, entretanto, a fluoretação da água de Fortaleza foi interrompida, sendo retomada quando da criação do Programa Nacional de Prevenção da Cárie Dental, pela Divisão Nacional de Saúde Bucal do Ministério da Saúde em 1989 (BLEICHER; FROTA, 2006).

Em pesquisa realizada no Estado do Ceará em 2007, foi observado que, dos 184 municípios existentes, apenas 28 realizavam a fluoretação das águas de abastecimento, sendo que Fortaleza foi encontrado o teor de flúor em torno de 0,5 ppm (BOTTO, 2007).

Com o objetivo de avaliar os teores de flúor nos distritos sanitários de Fortaleza, Luz *et al* (1998) realizaram o heterocontrole com coletas mensais de água nos nove distritos sanitários no período de abril de 1996 a março de 1997. Como resultado desse estudo, encontrou-se que 59,3% das amostras analisadas apresentavam teores de flúor não aceitáveis, sendo que 25,1% estavam abaixo de 0,6 ppm de flúor e 34,2% acima de 0,8 ppm.

Destacamos, através desses estudos, a iniciativa pioneira da Universidade Federal do Ceará mediante a pesquisa de seus professores na realização do heterocontrole no Município de Fortaleza e que, mais uma vez, estamos



preocupados com tal situação, já que 66% da população do Estado beneficiada pela fluoretação das águas de abastecimento está em Fortaleza e mediante dados de levantamento epidemiológico realizado em Fortaleza entre os anos de 2006 e 2007, mostrando índices elevados de fluorose dental (BLEICHER; FROTA, 2006; FORTALEZA, 2007a).

Portanto, a necessidade de se conhecer em Fortaleza aspectos importantes relacionados à fluoretação das águas de abastecimento público, como a adição de flúor, quantidade, métodos utilizados e heterocontrole são fundamentais para compreender o comportamento da doença cárie na população fortalezense, além de verificar se as medidas de prevenção e controle da doença estão sendo seguidas a contento.

Diante do exposto, se tornou emergente investigar qual a situação da água em termos de quantidade de flúor disponível à população fortalezense, trabalho este que vem sendo executado pela Prefeitura Municipal de Fortaleza por meio da Vigilância Ambiental em Saúde desde 2005, como também conhecer e comparar os dados fornecidos pelo controle operacional das concentrações de flúor realizado pela empresa responsável pelo tratamento e adição do flúor na água no município de Fortaleza que é Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

Nessa perspectiva, reconhece-se a relevância do estudo ao avaliar do ponto de vista sanitário e operacional a fluoretação no Município de Fortaleza, tomando-se como referência dados do heterocontrole realizado pela Vigilância Ambiental em Saúde e informações da empresa responsável pelo abastecimento de água do Município.

Espera-se com este estudo conhecer os teores de flúor oferecidos à população de Fortaleza e, a partir dos resultados e das considerações apresentadas, viabilizar a adequação dos teores de flúor em Fortaleza caso seja encontrada alguma alteração.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o heterocontrole dos teores de flúor realizado pelo Município de Fortaleza no Estado do Ceará, Brasil, durante o período de 11 meses.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Conhecer e avaliar a metodologia utilizada pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza para a realização do heterocontrole;
- Conhecer e avaliar o monitoramento do teor de flúor nas águas de abastecimento, baseado no heterocontrole realizado pelo Município de Fortaleza, verificando a existência de subdosagem ou superdosagem;
- Relacionar os resultados encontrados no heterocontrole realizado pelo Município de Fortaleza com os dados do controle operacional realizado pela empresa responsável pelo tratamento de água do Ceará (CAGECE).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O elemento químico flúor e suas formas de apresentação na natureza

O flúor é um elemento químico, de símbolo F, pertencente ao grupo dos halogênios da tabela periódica, juntamente com o cloro, bromo, iodo e astato. Descoberto por Carl Wihelm Scheele em 1771, o gás flúor ( $F_2$ ) foi isolado pela primeira vez em 1886 por Henri Moissan, por meio da eletrólise do ácido fluorídrico anidro, rico em fluoreto ácido de potássio, processo ainda hoje empregado industrialmente na obtenção desse gás. O flúor ocorre na natureza como fluoreto de cálcio ( $CaF_2$ ) na fluorita e, como fluoreto de sódio e alumínio ( $Na_3AlF_6$ ) na criolita (TABELA periódica online, 2008).

É o mais eletronegativo e o mais reativo de todos os elementos químicos. Sua enorme reatividade, que se traduz em forte tendência à formação de compostos, atribui-se à facilidade com que atrai elétrons e ao reduzido tamanho de seus átomos. Combina-se com os demais elementos químicos, exceto o hélio, o argônio e o criptônio, apresentando grande afinidade pelos metais bi e tri-valentes, como manganês, ferro e cálcio, característica que favorece sua fixação nos organismos vivos. Sua manipulação é problemática, já que substâncias como madeira, vidro e amianto são prontamente corroídos pelo flúor (OLIVEIRA, 1994a).

É o 13º elemento mais abundante no solo e o 15º no mar. Seus derivados inorgânicos mais comuns são o fluoreto de sódio (NaF), utilizado como preventivo das cáries dentárias, e os fluoretos de sódio e hidrogênio ( $NaHF_2$ ), de potássio (KF), de prata (AgF), de boro ( $BF_3$ ), de antimônio ( $SbF_3$ ) e de enxofre ( $SF_6$ ). Entre seus compostos orgânicos, destacam-se os freons, entre os quais o freon-12 ou diclorodiflúor-metano ( $CF_2Cl_2$ ), gás refrigerante não tóxico, utilizado na maioria dos refrigeradores domésticos (BUENDIA, 1998; PACE, 1985).

Esses fluoretos são compostos químicos formados pela combinação com outros elementos, encontrados em toda parte: ar, solo, água, nas plantas e na vida animal. Isto explica por que muitos alimentos contêm flúor. Ainda assim, o que ingerimos não passa em média de 0,3 mg de flúor por dia. A água de abastecimento é a principal fonte natural de flúor (MOSS, 1996).

No ar, o flúor é um gás altamente tóxico e corrosivo na presença de umidade, agindo principalmente nos olhos e sistema respiratório, exercendo ação corrosiva e causando grande irritação. Mesmo em baixa concentração sua presença no ar é imediatamente detectada em razão do seu odor irritativo e penetrante. A exposição ao flúor em concentrações baixas causa excitação dos olhos, nariz e garganta, tosse, dificuldades respiratórias e coceira na pele. Exposições mais sérias podem ocasionar intensa exacerbação dos olhos e pálpebras, inflamação e congestão dos sistemas respiratório e cardiovascular (GAMA GASES, 2007).

A inalação de ar contaminado com cerca de 40 a 60 ppm de  $F_2$ , durante cerca de 30 a 60 minutos pode ocasionar graves conseqüências. A inalação de ar contaminado com cerca de 1000 ppm de flúor é fatal após algumas respirações. O contato da pele com o  $F_2$  líquido ou vapor pode causar queimaduras graves (GAMA GASES, 2007).

No Brasil, o anexo número 11 da Norma Regulamentadora 15 (NR 15) não inclui o flúor em sua lista de agentes químicos insalubres, não obstante, o flúor é intensamente insalubre e perigoso. Sua presença ocorre por meio de resíduos industriais gasosos, combustão de carvão e gases emitidos em zonas de atividades vulcânicas, podendo variar de 0,05-1,90 mg de  $F/m^3$ . Níveis de até 1,4 mg de  $F/m^3$  foram registrados dentro de fábricas e de 0,2 mg de  $F/m^3$  nas imediações (WEYNE, 1997).

O conteúdo de flúor na superfície terrestre varia de 20-500 ppm, aumentando nas camadas mais profundas, podendo chegar até 8300 ppm. Sua importância no solo decorre da incorporação deste elemento aos alimentos, principalmente nas folhas de chá, inhame, mandioca e taro (MURRAY, 1992). Segundo estudo realizado por Weyne (1997), os fertilizantes contendo flúor, 0.58 a 2.43%, aparentemente não influenciam na sua concentração nos vegetais cultivados em solos fertilizados.

É pequena e sem maior significado clínico a ingestão de flúor proveniente de alimentos, pois apenas cerca de 1/3 se apresentam numa forma ionizável e portanto biodisponível (SILVA, 1997).

Almeida (2004), estudando em sua dissertação de mestrado a ingestão de flúor através de vários componentes da dieta, obteve como resultado uma média de  $0,025 \pm 0,013$  mg  $F/Kg$  peso/dia ingeridos pela alimentação, levando em consideração a dieta e a concentração de flúor na água usada para o preparo. O achado assemelha-se aos dados de Rojas-Sanchez *et al.* (1999), que encontraram

uma dose de 0,039 mg F/kg decorrente da dieta, contribuindo a água fluoretada com 73% da dose. Já Lima e Cury (2001) revelaram que a exposição pela dieta, incluindo sólidos e líquidos, contribuiu com 45% da dose total de flúor.

Lima e Cury (2001) também evidenciaram que a ingestão de dentifrícios fluoretados contribui com 55% para a dose total de exposição diária a flúor, tendo as crianças a média de escovação de duas a mais vezes por dia. Da quantidade de dentifrício posta na escova, em média 57% do flúor foram ingeridos (variando de 17% a 98%).

É sabido que toda água apresenta concentrações de flúor que variam de acordo com a região. No mar, as quantidades oscilam de 0,8-1,4 mg/kg. Nos lagos, rios e poços, pode-se encontrar, em média, 0,5 mg/kg. As águas termais relacionadas com vulcões e jazidas minerais apresentam níveis de 3,0 - 6,0 mg/kg. As concentrações mais elevadas se acham no pé de altas montanhas ou em regiões com sedimentos geológicos de origem marinha. Foram encontradas concentrações de até 2800 mg/l no lago de Nakuru, localizado no Kift (Kênia), de 5600 mg de F/kg às margens do lago e de 150mg/kg no pó das cabanas dos habitantes (MURRAY, 1992).

Costa *et al.* (2002), em seu estudo sobre análise dos teores de flúor em águas fervidas, observou que, à medida que o tempo de fervura aumenta, ocorre uma tendência ao crescimento da concentração de flúor nas amostras de água testadas, demonstrando que a evaporação pode aumentar os níveis de flúor nas águas.

Muito baixas são as concentrações encontradas nas águas da maioria dos municípios brasileiros, que variam de 0,1 - 0,3 ppm, sobressaindo as cidades de Piracicaba-SP e Pereira Barreto-SP com níveis de até 4,0 ppm. Níveis superiores a 1,0 ppm foram detectados em alguns pontos em quase todos os estados brasileiros, na água de abastecimento público (CURY , 1989).

Murray (1992) assinala que,

Os fluoretos presentes na água que se bebe constituem o aporte maior na ingestão diária de fluoretos. A ingestão de fluoretos com a água dependerá de: (1) da concentração de fluoretos desta; (2) da idade da pessoa; (3) das condições climáticas e (4) de hábitos alimentares. E que também o consumo de líquidos aumenta com a idade, em especial desde o nascimento até os doze anos.

### 3.2 O flúor no combate a cárie dentária

O veículo mais antigo para o flúor é a água. Ela começou a ser estudada por J. M. Eager, médico da Marinha do Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos sediado em Nápoles, na Itália, no ano de 1901, quando elaborou um relatório que analisava os dentes manchados de pessoas que residiam nas proximidades de Nápoles. Eager observou que essas manchas eram ocasionadas pelas condições geológicas que influenciavam na qualidade do manancial utilizado como fonte de abastecimento de água. Indicou que estes dentes manchados apresentavam uma tendência a serem mais fortes, bem formados e livres de cárie. (BUENDIA, 1998; MAIER, 1975).

Em 1911, o cirurgião-dentista Mc Kay, tal como Eager, observou a presença de dentes com esmalte manchado em crianças residentes na zona urbana de Colorado Springs (EUA), fato que não ocorria nas que habitavam na zona rural; e mais, notou que as crianças exibindo tais alterações nos dentes, tinham uma prevalência menor de cáries dentárias quando comparadas com as da zona rural. Mais tarde, em 1916, Mc Kay observou que as pessoas residentes na área urbana eram providas de rede de abastecimento de água, enquanto as da zona rural eram desprovidas de tal sistema, sugerindo a relação direta entre o defeito estrutural do esmalte e a presença de alguma substância na água (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Com o avanço das análises laboratoriais, em 1931, o engenheiro químico Petrey detectou a presença de flúor em exame espectrográfico da água de Bauxite, Arkansas (13,7 mg de íon fluoreto). Percebeu-se que eram os altos níveis de flúor que modificavam os esmaltes. Esse tipo de lesão passou a ser denominado fluorose. Exames similares foram realizados em outras localidades onde apareciam dentes manchados. Eles revelaram também associações destas manchas com altas concentrações de flúor. Esses estudos ainda apontaram que a fluorose só se produzia na época de calcificação dos dentes (BUENDIA, 1998; MAIER, 1975).

Após essas descobertas, em 1942, estudiosos como Dean e Arnold procuraram estabelecer uma concentração tal de flúor que promovesse o maior benefício (redução da cárie dentária) associado ao menor dano (ausência de fluorose). Esse valor ficou determinado em torno de 1,0 ppm de flúor, pois índices

acima desse número não promoviam queda significativa do índice de dentes cariados, perdidos e obturados (CPOD) (PINTO, 1992).

Posteriormente, estudiosos como Galagan, Vermillion, Richards e colaboradores elaboraram uma forma de cálculo do teor ideal de fluoreto na água potável. Pela fórmula, os teores variam de acordo com a média das temperaturas máximas anuais de cada cidade (MURRAY, 1992).

Investigações foram amplas e profundamente monitoradas para assegurar à eficácia e a segurança sanitária da adição de flúor à água. Também foram avaliados os coeficientes de mortalidade por câncer, diabetes, doenças cardiovasculares, hepáticas e renais, entre outras. Outras características como o baixo custo relativo e a abrangência foram comprovadas (NARVAI, 2000).

Ficou concluído e comprovado que a presença de flúor, em condições adequadas, nas águas de abastecimento público, reduzia o índice de cárie. Isto deu início à execução de programas de fluoretação das águas de abastecimento público, nos Estados Unidos da América e Canadá (CALVO, 1996).

Em 1950, a American Dental Association (ADA) recomendou oficialmente a fluoretação da água. Anos depois, a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), o Ministério da Saúde e todas as entidades nacionais representativas da área odontológica no Brasil recomendaram a fluoretação das águas de abastecimento público nos locais onde houvesse indicação técnica para aplicar a medida (VIEGAS, 1989; BRASIL, 1999b). Segundo o Ministério da Saúde brasileiro, a medida é recomendada por mais de 150 organizações de ciência e saúde, incluindo a Federação Dentária Internacional, a Associação Internacional de Pesquisa Odontológica, a OMS e a OPAS, sendo que programas de fluoretação da água são implementados em aproximadamente 39 países, atingindo mais de 200 milhões de pessoas. Acrescente-se a isto um adicional estimado de outras 40 milhões que ingerem água naturalmente fluoretada (BRASIL, 1999a).

### 3.3 O Flúor e seus mecanismos de ação

A princípio achava-se que a ação do flúor fosse apenas sistêmica, ocorrendo uma incorporação íntima com a estrutura do esmalte dentário, sobretudo na época em que os dentes estivessem mais provavelmente expostos à agressão da cárie dental (OLIVEIRA, 1997).

Estudos mais recentes, no entanto, mostram que, apesar da incorporação do flúor à estrutura íntima dos dentes feita pelos odontoblastos durante a dentinogênese e amelogênese, ele confere seu maior grau de proteção quando permanece constantemente na boca (CURY, 1989).

Mesmo quando ingerido sistemicamente, sua maior função é tópica na superfície dental, depois de retornar ao meio bucal pela saliva. Seus efeitos benéficos se obtêm aumentando ou favorecendo a remineralização de lesões iniciais de cárie (manchas brancas), desenvolvendo maior resistência aos ataques futuros nos locais mais expostos à agressão. Sua ação é preventivo-terapêutica, pois o flúor que interessa para fins de proteção contra a cárie dental não é aquele incorporado intimamente à estrutura do dente, mas sim o que é incorporado à estrutura mais superficial, sujeito à dinâmica constante de trocas minerais estabelecidas ente saliva e esmalte dentário (CURY, 1989).

Sendo assim, ele não oferece resistência permanente à cárie, uma vez que as pessoas privadas da exposição do flúor voltam a ter as mesmas chances de desenvolver cárie dental em relação àquelas jamais expostas (CURY, 1989).

Para Pinto (1992), a efetividade do flúor sistêmico decorre da combinação de três fatores: fortalecimento do esmalte pela redução da sua solubilidade perante o ataque ácido, inibindo a desmineralização; favorecimento da remineralização; e mudança na ecologia bucal pela diminuição do número e do potencial cariogênico dos microrganismos.

Para manter a importante presença constante de flúor na cavidade bucal, podem ser utilizados meios sistêmicos e tópicos. Quando se ingere água fluoretada, o flúor entra imediatamente em contato com os dentes. No ato da ingestão, o flúor deglutido é absorvido pelo estômago, tendo sua introdução na corrente sanguínea, e retornará à cavidade bucal mediante a reciclagem pela saliva e fluido gengival,



entrando novamente em contato com os dentes, sendo objeto de posterior reingestão (CURY, 1989; PINTO, 1992)

Alterações do esmalte, como uma queda na densidade e permeabilidade e um aumento em nitrogênio e conteúdo de flúor, ocorrem com a idade. Estas variações fazem parte do processo de “maturação” pós-eruptiva, em que os dentes se tornam mais resistentes à cárie com a idade. A concentração de flúor na camada superficial de esmalte aumenta quando se eleva a concentração de flúor, e tal esmalte é menos solúvel em ácidos (NEWBRUN, 1988).

Conclui-se então que, mesmo onde há significativo declínio da prevalência de cárie, a fluoretação das águas, continua sendo estratégia efetiva na prevenção da cárie (OLIVEIRA, 1994b).

No esmalte de quem ingeriu água fluoretada, encontra-se apatita fluoretada (AF), e não fluorapatita (FA), como se pensava. A AF tem comportamento físico-químico de solubilidade igual a HA (CURY, 1989).

Sendo um método de uso sistêmico, a fluoretação das águas de abastecimento constitui importante estratégia de caráter coletivo para combate da cárie, e deveria ser estendida à rede de abastecimento a toda população com adequado controle de flúor.

### **3.4 Toxicologia do flúor**

Como já mencionado, o flúor é tóxico. O conhecimento acumulado a respeito dos riscos da toxicidade do flúor é que permite a sua utilização em termos de benefício. Essa toxidez pode ser aguda ou crônica.

A intoxicação aguda é a ingestão de grande quantidade de determinada substância de uma só vez. Em relação à toxicidade aguda, os parâmetros eram a dose certamente letal (DCL), que corresponde a 32 a 64mg de F/kg, e a dose seguramente tolerada (DST), que seria de 9 a 16 mg de F/kg. Estes valores, em razão do aumento do número de casos de acidentes com crianças, passaram a ser repensados e sugeriu-se uma dose para maior segurança, chamada de dose provavelmente tóxica (DPT), estimada em 5mg de F/kg, acima da qual os cuidados devem ser aumentados (GUEDES PINTO, 1997). Já para Pinto, a ingestão de 2,5 a 5,0 g de uma só vez em adulto e 535 mg para uma criança de 10 kg é suficiente

para o óbito, quando não houver vômitos e imediata medicação anti-tóxica após no máximo 4 horas (PINTO, 1992).

Os sinais e sintomas dessa intoxicação por flúor podem ser gastrintestinais, como náuseas, vômitos, diarreias e outros; neurológicos, como parestesia, tetania, depressão do sistema nervoso e coma; cardiovasculares, como hipotensão, pulso fraco, podendo no último estágio acontecer irregularidade de batimentos e falha e por último, alterações da bioquímica sangüínea com acidose, hipocalemia e hipomagnesemia (HEIFETZ; HOROWITZ,1990).

Já a intoxicação crônica geralmente ocorre em indivíduos expostos a altas doses por período prolongado. O primeiro sintoma de ingestão de flúor acima do limite adequado por longos períodos é o aparecimento de formas leves de fluorose dental. Se a concentração de flúor na água de abastecimento público está dentro do padrão ótimo, então haverá fluorose dental na população num nível considerado clinicamente aceitável (GUEDES PINTO,1997).

A prevalência de fluorose dental parece seguir uma tendência inversa à propensão da cárie dentária, com taxas crescentes do problema relatadas em várias regiões do globo. O aumento da fluorose manifesta-se, principalmente, nas formas leve e muito leve, tendo sido observado durante os últimos 30 anos tanto em comunidades com água fluoretada como em comunidades que consomem água não fluoretada (MOYSÉS, 2002).

A fluorose dental leve causa apenas alterações estéticas, caracterizadas por pigmentação branca do esmalte dentário, na forma moderada e severa, caracterizada por manchas amarelas ou marrons; além de defeitos estruturais no esmalte, apresenta repercussões estéticas, morfológicas e funcionais. A fluorose sistêmica, provocada por ingestão de altas concentrações de flúor (acima de 8 ppm), pode provocar alterações esqueléticas, articulares, neurológicas e nefrológicas, dentre outras (MOYSÉS, 2002).

O período de desenvolvimento em que os dentes estão mais sujeitos à fluorose parece ser dos 22 aos 26 meses de idade e, para os incisivos, é perigosa a ingestão de flúor em excesso até 36 meses após o período crítico, ou seja, até 5,5 anos de idade (SILVA, 1997).

Diversos estudos em áreas com água fluoretada e não fluoretada mostram que a maior indicação de risco para desenvolvimento de fluorose dentária nos

dentos permanentes anteriores é a utilização de dentifrícios antes de dois anos de idade (SILVA, 1997).

Silva (1997) relata em seus trabalhos um aumento de 57% no risco de fluorose para crianças que realizam bochechos com flúor e, por falta de controle, os ingere. Com relação às pastas (contendo flúor), há evidências de aumento na prevalência de fluorose dentária também pelo mesmo motivo: ingestão indevida (SILVA, 1997).

### **3.5 A veiculação do flúor pela água**

A fluoretação da água é uma medida preventiva de comprovada eficácia no contexto governamental por produzir os melhores resultados, reduzindo a prevalência de cárie dental entre 50 a 65% em populações sob exposição contínua desde o nascimento, por um período de aproximadamente dez anos de ingestão da dose ótima (NEWBRUM, 1988; PINTO, 1992).

É um método seguro porque não causa efeito tóxico ou colateral, na proporção de 0,7 a 1,2 mg de íon-fluoreto por litro de água. O valor ótimo depende da média anual de temperatura da localidade. Os níveis de flúor mais baixos são para as regiões de temperaturas mais elevadas, enquanto os mais altos para as temperaturas mais baixas (BRASIL, 1975b).

Tal segurança é cuidadosamente documentada em diversos estudos científicos efetuados nas mais diversas regiões.. Várias gerações consomem água fluoretada sem que se tenha observado qualquer alteração na saúde geral. As objeções à fluoretação de águas com base em possíveis efeitos danosos aos consumidores não são suportadas por evidências válidas (PINTO, 1992; MURRAY, 1992; NEWBRUM, 1988; PACE, 1985). A possibilidade de um efeito indesejável relaciona-se com uma dosagem excessiva e administrada por longo período, durante a formação da estrutura dental, resultando em fluorose, caracterizada por manchas na superfície dentária. Apesar de não ser uma ameaça para a vida, tem como efeito uma estética comprometida (MURRAY, 1992; PINTO, 1992).

É um método econômico apresentando baixo custo *per capita*. O serviço de saúde pública dos Estados Unidos calcula que, para cada dólar despendido na

fluoretação da água, 36 são economizados no tratamento da cárie (BATALHA, 1984). Buendia, (1996) acentua ser a prevenção mais barata do mundo.

A fluoretação da água é adequada, porque o benefício chega a toda população sem distinção de ordem econômica, social ou educacional (NEWBRUM, 1988; PINTO, 1992; BUENDIA, 1996).

Segundo Buendia (1996), é também um método perene, pois, durante toda a vida do indivíduo, ele provocará efeitos benéficos à saúde e protegerá os dentes contra a cárie.

### **3.6 O flúor nas estações de tratamento de água**

Segundo a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), o tratamento da água é orientado pelo esquema: em primeiro lugar, a construção de um sistema completo de abastecimento de água requer muitos estudos e pessoal altamente especializado. De início, é necessário definir-se a população a ser abastecida, a taxa de crescimento da cidade e suas necessidades industriais.

Com base nessas informações, o sistema é projetado para servir à comunidade, durante muitos anos, com a quantidade suficiente de água tratada. Um sistema convencional de abastecimento de água é constituído das unidades de captação, adução, estação de tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares.

A captação pode ser superficial ou subterrânea. A superficial necessita de um tratamento mais específico, constante das fases de oxidação, coagulação, floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação.

A oxidação é o primeiro passo. O objetivo dessa fase é oxidar os metais presentes na água, principalmente o ferro e o manganês, que normalmente se apresentam dissolvidos na água bruta. Para isso, injeta-se cloro ou produto similar, pois tornam os metais insolúveis na água, permitindo, assim, a sua remoção nas outras etapas de tratamento.

A coagulação é a remoção das partículas de sujeira. Começa no tanque de mistura rápida com a dosagem de sulfato de alumínio ou cloreto férrico. Estes coagulantes têm o poder de aglomerar a sujeira, formando flocos. Para otimizar o processo, adiciona-se cal, o que mantém o pH da água no nível adequado.

Na floculação, a água já coagulada movimenta-se de tal forma dentro dos tanques que os flocos se misturam, ganhando peso, volume e consistência.

Na decantação, os flocos formados anteriormente separam-se da água, sedimentando-se no fundo dos tanques. Na etapa seguinte, a água ainda contém impurezas que não foram sedimentadas na decantação. Por isso, ela precisa passar por filtros constituídos por camadas de areia ou areia e antracito suportadas por cascalho de tamanhos diversos que retêm a sujeira ainda restante.

A água já está limpa quando chega à etapa da desinfecção. Ela recebe, porém, ainda mais uma substância: o cloro. Este elimina os germes nocivos à saúde, garantindo também a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios.

Passa em seguida por uma correção de pH para proteger as canalizações das redes e das casas contra corrosão ou incrustação; a água recebe uma dosagem de cal, que corrige seu pH.

E, finalmente, a água é fluoretada, em atendimento à Portaria 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. Tal procedimento consiste na aplicação de uma dosagem de composto de flúor, no intuito de reduzir a incidência da cárie dentária.

Todas as etapas descritas anteriormente referem-se à captação da água superficial. A água subterrânea, retirada de poços profundos, na maioria das vezes, não precisa ser tratada, bastando apenas a desinfecção com cloro e a fluoretação. Isso ocorre porque, nesse caso, a água não apresenta qualquer turbidez, eliminando as outras fases necessárias ao tratamento das águas superficiais (CAGECE, 2008).

Os compostos de flúor comumente utilizados são: fluoreto de sódio (NaF); fluoreto de cálcio ou fluorita ( $\text{CaF}_2$ ); ácido fluossilícico ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ); fluossilicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), de acordo com o grau de solubilidade, custo, transporte, estocagem, manuseio e eficácia (PINTO, 1992). Os quatro compostos são recomendados pela Portaria nº 635/BSB do MS (BUENDIA, 1996).

O fluoreto de sódio se apresenta em forma de pó ou cristal e é armazenado em sacos ou tambores, sendo altamente solúvel. Contém, no entanto, reduzido grau de pureza e alto custo, além de permitir o uso de saturadores (PINTO, 1992).

Os compostos mais utilizados no Brasil são o ácido fluossilícico e o fluossilicato de sódio. (BUENDIA, 1996). O ácido fluossilícico é um subproduto da indústria de fertilizantes. É um líquido altamente solúvel e corrosivo, o que dificulta o

seu transporte e requer reservatórios apropriados, mas, apesar disso, possui facilitado manejo (PINTO, 1992). Todos os recipientes, tubulações e válvulas que estiverem em contato com o ácido devem ser de material plástico como: PVC, Polietileno, polipropileno, acrílico ou teflon (BUENDIA, 1996).

O ácido fluossilícico, normalmente, apresenta uma pureza comercial da ordem de 20% a 30%. Essa dosagem na água a ser fluoretada dependerá da concentração do ácido (PINTO, 1992). Os equipamentos mais utilizados para dosar o ácido fluossilícico são: as bombas dosadoras e os dosadores de nível constante (BUENDIA, 1996).

O fluossilicato de sódio é um pó que apresenta baixa solubilidade, é corrosivo como o ácido fluossilícico, necessitando assim que seus dosadores sejam revestidos de material plástico, sendo também de natureza tóxica (BUENDIA, 1996).

A dosagem dos compostos pode ser realizada por vários dosadores, destacando-se como principais equipamentos, no Brasil, as bombas dosadoras, os dosadores de nível constante e os cones de saturação e suspensão.

As bombas dosadoras são utilizadas para a dosagem de soluções de ácido fluossilícico porém, são de custo elevado, uma vez que todo o equipamento deve ser resistente ao ácido. São utilizados em sistemas de abastecimento de médio a grande porte (MURRAY, 1992). Seu custo se eleva em consequência da constante reposição de peças e manutenção especializada no equipamento (BUENDIA, 1996).

Os dosadores de nível constante (DNC), são os mais recomendados para a dosagem do ácido fluossilícico, por serem bastante eficientes. Não recebem interferência de qualquer natureza e sua montagem é de baixo custo, pois todo material utilizado é de PVC, facilmente encontrado no mercado. Apresenta grande durabilidade, quando se toma os devidos cuidados na sua manutenção. Podem ser adaptados facilmente em qualquer tipo de sistema de abastecimento de água, sendo de fácil montagem e operacionalização, podendo ser utilizados inclusive em sistemas de grande porte e também para dosar solução de hipoclorito de Sódio (BUENDIA, 1996).

O cone de saturação-suspensão é composto por um cone invertido carregado com o composto a ser utilizado (fluossilicato de sódio), por onde será filtrada uma corrente de água constante (MURRAY, 1992; BUENDIA, 1996). É um tipo de equipamento simplificado, assim como o cilindro de saturação e suspensão e a

tubulação de saturação e suspensão. A adição do composto de flúor à água é feita por gravidade (BUENDIA, 1998).

Uma vez efetuada a instalação do equipamento para a fluoretação das águas de abastecimento nas estações de abastecimento de água (ETA), o custo principal será o do composto utilizado. Pode-se considerar o uso do ácido um modo mais seguro de fluoretação, uma vez que faz diminuir os riscos de problemas com a dosificação, como a obstrução de tubulações e o uso de pós tóxicos. Deve-se lembrar também que a utilização de um composto natural como o fluoreto de cálcio ( $\text{CaF}_2$ ), libera íons-flúor idênticos aos liberados por compostos artificiais, industrializados, como o ácido fluossilícico ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ), fluossilicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), fluoreto de sódio ( $\text{NaF}$ ) (MURRAY, 1992).

### **3. 7 Sistema de Vigilância Ambiental**

A vigilância ambiental em saúde é definida pelo Sistema Único de Saúde (SUS) como:

Um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle dos fatores de riscos e das doenças ou agravos relacionados à variável ambiental (FRANCO; CARNEIRO, 2002).

Por se tratar de uma área de interface das diferentes disciplinas e setores, o papel do SUS no controle ambiental é alvo de inúmeras discussões. A Lei nº. 8.080/90 inclui no campo de atuação do SUS a "colaboração na proteção do meio ambiente", bem como o controle da água para consumo humano e de substâncias tóxicas e radioativas.

Por outro lado, esse controle de fatores ambientais que possam ocasionar risco, dentre esses a qualidade da água, de uma forma geral, ainda não dispõe de informações ou instrumentos técnicos para sua operacionalização (BARCELLOS; QUITÉRIO, 2006).

No âmbito do SUS, a incorporação de programas de vigilância sobre o ambiente é implementada, no nível federal, pela criação da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental (CGVAM), criada em 1999, responsável pela implementação do Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde (SNVA). Em alguns Estados,

foram instituídos departamentos e programas de vigilância ambiental (BARCELLOS; QUITÉRIO, 2006).

Segundo a idéia de descentralização, a execução dos programas é de co-responsabilidade do município, o que impõe a necessidade de se estabelecer canais para diálogo entre as diferentes esferas de governo (FRANCO, 2002).

Por meio da fluoretação da água de abastecimento público sabe-se que é possível a redução da doença cárie em até 60% sem risco para a saúde da população, desde que sejam observados os padrões técnicos preconizados. Para isto é necessário que haja controle não só da empresa concessionária, mas principalmente um controle a nível de Vigilância Sanitária (heterocontrole) (OLIVEIRA, 1994b).

Cabe à empresa concessionária de distribuição de água o controle do flúor, por meio da análise diária de amostras no sentido de prevenir ou corrigir alterações nas médias máximas e mínimas do teor de flúor na água. (SCHNEIDER FILHO *et al.*, 1992). Já a vigilância da fluoretação é de responsabilidade das secretarias municipais de Saúde e é feita coletando amostras na ponta da rede de abastecimento em diferentes localidades (CALVO, 1996).

Entre os diversos métodos para determinação do íon-fluoreto na água, os eletrométricos e os colorimétricos são atualmente considerados os mais satisfatórios. Os métodos colorimétricos são baseados na reação entre o fluoreto e a laca de zircônio com um corante orgânico. O fluoreto forma um complexo  $Zr F$  - que é incolor. À proporção que a quantidade de íons-fluoreto cresce, a coloração da laca decresce ou modifica sua matriz (BRASIL, 1975b).

Como todos os métodos colorimétricos estão sujeitos a erros provocados por íons interferentes existentes na amostra, é necessário destilá-la antes de se fazer a determinação do fluoreto. Se os interferentes presentes na amostra estão em concentrações baixas, não será necessário destilá-la, podendo-se passar diretamente aos métodos colorimétricos. O cloro interfere em todos os métodos colorimétricos e deverá ser removido. Nos métodos colorimétricos, volumes e temperaturas são críticos e devem ser medidos com precisão, pois deles dependem os resultados (BRASIL, 1975b).

O eletrométrico é o método mais caro, porém muito simples e em razão da especificidade do eletrodo quando usado em presença de tisab (Total Ionic Strength



Adjustment Buffer) raramente é necessária a destilação preliminar. É o mais preciso, rápido e exato dos métodos (FERREIRA, 1996).

### **3.8 Fluoretação das águas de abastecimento público no Brasil**

No Brasil, após oito anos de iniciados os estudos sobre fluoretação controlada em Grand Rapids (EUA), a Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP), do Ministério da Saúde, implantou, em 31 de outubro de 1953, o primeiro sistema de fluoretação de águas no Brasil. O primeiro município brasileiro a adicionar flúor nas águas de abastecimento público foi Baixo Guandu, no Espírito Santo. O teor de flúor natural da água era de 0,15 mg/L e teor ótimo final foi estabelecido em 0,8 ppm (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

O índice CPO-D das crianças na faixa etária de 6 a 12 anos de idade, em 1967, após catorze anos de iniciada a fluoretação das águas, apresentou uma redução de 67% (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Vários outros municípios brasileiros, posteriormente, passaram a adotar a fluoretação das águas de abastecimento público: em 1956, Marília iniciou a fluoretação; 1961, Campinas; 1962, Araraquara; 1971, Piracicaba e Barretos ; 1975, Bauru, Belo Horizonte e Santos; 1980, Paulínia; 1982, Vitória, São Paulo (RAMIRES; BUZALAF, 2007).

Um teor adequado de flúor promove redução de 50% na incidência de cárie, sem submeter a população a nenhum risco de saúde; uma variação de 0,1 mg/L para mais ou para menos em relação à concentração ótima é considerada como aceitável. A primeira capital de Estado do País a fluoretar suas águas foi Curitiba, em 1958 (AMARANTE *et al.*, 1993).

A atividade de Odontologia foi delineada a partir de 1952, institucionalizando assim um espaço no plano federal para o desenvolvimento de uma política sanitário-bucal. Como um dos princípios básicos, a Fundação Serviços Especial de Saúde Pública (FSESP), desde o início de suas atividades (1951), defendeu a fluoretação das águas de abastecimento público nas ETA, sob o controle ou influência daquela instituição (PINTO, 1992).

Inspirado em modelo dos EUA, a FSESP criou no Brasil ações e serviços voltados para a saúde bucal. Estes eram baseados na fluoretação das águas de

abastecimento público em serviços autônomos de água e esgoto (SAAE) administradas pelo próprio Serviço de Saúde Pública (SESP), no sistema incremental de atenção a escolares, no desenvolvimento de uma rede de serviços nos estados, com pessoal próprio e tempo integral (PINTO, 1992).

O sistema incremental do SESP foi implantado em 1951, na cidade de Aimorés (MG), pressupondo etapas ou fases de prevenção e de tratamento clínico restaurador periódico a partir das menores idades (ZANETTI, 1993).

Em 1974, a fluoretação da água de abastecimento público passa a ser obrigatória no Brasil, onde existe estação de tratamento de água (ETA), e é regulamentada por meio de legislação. A Lei Federal nº 6.050, de 24 de maio de 1974, dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento, sendo devidamente regulamentada pelo Decreto Federal nº 76.872, de 22 de dezembro de 1975, que dispõe sobre a obrigatoriedade da fluoretação, estabelecendo que "os projetos destinados à construção ou ampliação de sistemas públicos de abastecimento de água, onde haja estação de tratamento, devem incluir previsões e planos relativos à fluoretação de água" (BRASIL, 1975a).

Por sua vez, a Portaria, do Ministério da Saúde, nº. 635/BSB, de 26 de dezembro de 1975, aprova e determina normas e padrões a serem seguidos, desde a concentração do íon-flúor a ser utilizado, de acordo com as médias das temperaturas máximas anuais de cada região, até os compostos recomendados, para a correta implantação da fluoretação das águas de abastecimento (BRASIL, 1975b).

Ainda no que diz respeito à legislação da água de abastecimento, são pertinentes a Portaria do Ministério da Saúde nº. 518, de 25 de março de 2004, e o Decreto nº. 79.367, de 9 de março de 2004, que relata os procedimentos e as responsabilidades relativas ao controle e à vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2004b).

Em 1972, o Brasil apresentava uma cobertura populacional com água fluoretada de 4,6% (3.280.467 hab.), sob responsabilidade da FSESP. O projeto de fluoretação objetivava que no ano de 1980 estivesse aumentada em dez vezes esta cobertura, ou seja, para 80% (33.000.000 hab.) dos residentes das 132 cidades com população acima de 50.000 habitantes. (WERNECK, 1994). Pinto (1977), entretanto, relata 124 cidades, com 26.000.000 de habitantes, ou seja, 50% da população estimada para 1980.

Foi pela fluoretação das águas, no entanto, que, na década de 1980, a Odontologia foi reconhecida como integrante da saúde pública e serviu de esteio para sua estruturação junto ao MS. Na época, isso representou grande conquista no plano institucional. E foi com o Programa de Fluoretação de Água de Abastecimento Público que o Brasil conseguiu expandir os benefícios de água fluoretada de 24 milhões de habitantes em 1982 para 35 milhões em 1984 e 60 milhões em 1988, o que corresponde a 41% da população brasileira.

Só nos primeiros anos, de 1984 a 1987, conseguiu-se uma cobertura que a Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP) e alguns estados e municípios isolados demoraram 30 anos para consolidar (1953 a 1983). Em 1984, praticamente todas as capitais levaram o Brasil a alcançar níveis de cobertura iguais ao dos Estados Unidos, ou seja, 50% (ZANETTI, 1993).

Depois de Hong Kong e Cingapura, que conseguiram beneficiar suas populações com 100% de fluoretação, na década de 1980, o Brasil foi o país que mais expandiu seu programa de fluoretação, apesar das dificuldades (PINTO, 1992).

Na década de 1990, o aumento do número de brasileiros beneficiado com a fluoretação foi menor, demonstrando a ausência de políticas de financiamento a fluoretação nesse período (BLEICHER; FROTA, 2006).

Em um estudo realizado em 1996 pelo MS, sobre a situação da fluoretação das águas de abastecimento público em todas as capitais brasileiras e no DF, verificou-se que 77,24% da população tinham acesso à água tratada e apenas 43,14%, menos da metade da população brasileira, tinha água fluoretada (BRASIL, 1996).

Em 2004, é lançado o Programa Brasil Sorridente pelo Ministério da Saúde. Esse programa do Governo Federal teve como objetivo ampliar o atendimento e melhorar as condições de saúde bucal da população brasileira. O sub-componente Fluoretação da Água do Programa Brasil Sorridente, apresenta como objetivo geral a contribuição para redução da prevalência da cárie dental mediante a fluoretação da água de abastecimento público e como objetivos específicos: elevar o número de serviços de abastecimento público de água com fluoretação em todo o território nacional; promover a melhoria dos procedimentos operacionais de controle humano, incluindo os aspectos relativos à fluoretação da água; contribuir para o fortalecimento do Sistema de Vigilância da Qualidade da Água para o consumo

humano –SISAGUA e reduzir o índice de prevalência da cárie dental na população (BRASIL, 2004a).

A promoção, implantação, orientação e apoio técnico aos estados e municípios, especialmente aos operadores dos serviços públicos de abastecimento de água, é prestado pela FUNASA/MS, na elaboração de projetos técnicos de fluoretação da água, de educação em saúde e mobilização social (BRASIL, 2004a).

Segundo o referido programa, a FUNASA financia a aquisição de equipamentos para dosagem de flúor e equipamentos para o controle e monitoramento da concentração do íon-fluoreto na água após a implantação da fluoretação e, aos laboratórios (Secretarias de Saúde), a aquisição de equipamentos para a vigilância e monitoramento da concentração do íon-fluoreto na água após a implantação da fluoretação, quando necessário. Sendo financiados, excepcionalmente, por um período de 12 meses, os agentes fluoretantes necessários para a fluoretação e insumos para determinação de concentração de íon-fluoreto na água de abastecimento público (BRASIL, 2004a).

Após a implantação do Programa Brasil Sorridente, dados mostram que foram implantados 209 novos sistemas de fluoretação da água de abastecimento público, abrangendo 108 municípios em 08 estados e beneficiando cerca de 2,4 milhões de pessoas (BRASIL, 2004a).

Segundo dados do Projeto SB Brasil: Condições de Saúde Bucal da População Brasileira 2003, observa-se que, de uma forma geral, a presença de flúor está mais concentrada nas regiões Sul e Sudeste e em municípios de maior porte populacional. Ao todo, 46% dos municípios pesquisados dispõe de água fluoretada (BRASIL, 2004c).

Ainda segundo o levantamento epidemiológico mencionado anteriormente, percebe-se, de uma forma geral, que, até os 12 anos, as diferenças no CPO-D são marcantes entre municípios com e sem flúor na água. Na faixa etária de 15 a 19 anos a diferença diminui mais ainda é bastante alta. Nos municípios com flúor adicionado a água de abastecimento público, os exames das crianças aos 12 anos detectaram um CPO-D de 2,39 com 1, 4 dentes cariados, ao passo que, nos municípios que não apresentavam flúor adicionado a água de abastecimento público, o CPO-D foi de 3,14 com o componente dente cariado chegando a 2,28 (BRASIL, 2004c).

### 3.9 Fluoretação das águas de abastecimento público no Ceará e em Fortaleza

O Ceará tem uma população estimada em 2007 de 8.185.286 habitantes, sendo 2.431.415 no Município de Fortaleza, equivalente a mais de um quarto da população do Estado (IBGE, 2007).

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000, 40% das famílias do Ceará não têm acesso ao abastecimento de água por rede pública. Em Fortaleza, 86,8% da população têm acesso à rede de abastecimento de água (aproximadamente 30% da população do Estado), no entanto, apenas 66% com água fluoretada (IBGE, 2002).

Historicamente, os primeiros municípios a fluoretarem as águas de abastecimento público no Ceará foram Sobral e Quixeramobim, nos anos 70 (BLEICHER; FROTA, 2006).

Fortaleza, por sua vez, iniciou a fluoretação das águas de abastecimento público entre os anos de 1983 e 1986, mediante convênio entre a Companhia Estadual de Saneamento e a Esfera Federal. Em 1986, entretanto, a fluoretação da água de Fortaleza foi interrompida, sendo retomada quando da criação do Programa Nacional de Prevenção da Cárie Dental, pela Divisão Nacional de Saúde Bucal do Ministério da Saúde em 1989 (BLEICHER; FROTA, 2006).

Em pesquisa realizada no Estado do Ceará em 2007, foi observado que, dos 184 municípios existentes, apenas 28 realizavam a fluoretação das águas de abastecimento. Tendo como método principal para realização do controle operacional o colorimétrico (BOTTO, 2007).

A primeira medida de heterocontrole desenvolvida no Município de Fortaleza foi realizada por Luz *et al.* (1998). Com o objetivo de avaliar os teores de flúor nos distritos sanitários de Fortaleza, Luz e colaboradores realizaram coletas mensais de água nos nove distritos sanitários de Fortaleza no período de abril de 1996 a março de 1997. Como resultado desse estudo, encontrou-se que 59,3% das amostras analisadas apresentavam teores de flúor não aceitáveis, sendo que 25,1% estavam abaixo de 0,6 ppm de flúor e 34,2% acima de 0,8 ppm.

Em levantamento epidemiológico realizado em Fortaleza no período de 2006 a 2007, observou-se alto índice de fluorose dental nas crianças de 12 anos na faixa etária de 15 a 19 anos. Os resultados desse levantamento estão de acordo com os

dados de Luz (1998), já que os altos teores de flúor encontrados nas águas de abastecimento de Fortaleza no ano de 1998 podem pelo menos em parte explicar o desenvolvimento de fluorose no Município de Fortaleza (FORTALEZA, 2007a). Por isso a importância de se realizar o heterocontrole dos teores de flúor em localidades que realizam a fluoretação de suas águas de abastecimento público

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Delineamento do estudo**

O presente estudo pode ser classificado como pesquisa do tipo descritiva, uma vez que pretendeu descrever um fato (fluoretação da água de abastecimento); observacional, pois analisa os dados por meio de observação sistemática das suas características, sem intervenção nas variáveis; e longitudinal, já que são tomadas várias observações em momentos diferentes a fim de se detectar variações no período estudado. Esse tipo de pesquisa também é conhecido como Estudo de Séries Temporais (ROUQUAYROL; ALMEIDA FILHO, 2005).

Foram empregados para o desenvolvimento desta pesquisa dois tipos de abordagens (qualitativa e quantitativa) por se acreditar que esses métodos se complementam e podem contribuir, num mesmo estudo, para melhor entender o fenômeno estudado, podendo estabelecer ligações entre descobertas obtidas por diferentes fontes (WILDEMUTH, 1993; JICK, 1979).

### **4.2 Coleta e Análise dos Dados**

Para ambas as abordagens, a coleta de dados ocorreu no período de outubro a novembro de 2007, sendo as informações analisadas à medida que os dados foram sendo obtidos.

Para melhor clareza dos passos realizados durante a coleta e exame dos indicativos da pesquisa, dividiu-se a apresentação em três etapas, a saber: a primeira é relacionada à coleta dos dados junto aos agentes institucionais da investigação por meio de entrevistas; na segunda e na terceira, foram usadas fontes documentais com base na Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza e do controle operacional da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), respectivamente.

**Etapa 1: Análise qualitativa da metodologia utilizada pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza para a realização do heterocontrole dos teores de flúor.**

Nesta etapa, descrever-se-á a metodologia utilizada pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza para a realização do heterocontrole dos teores de flúor das águas de abastecimento público, ou seja, serão explicitados o processo de seleção, coleta e análise das amostras de água, além do número de amostras totais e sua distribuição espacial, com o objetivo de compreender a função e a dimensão do heterocontrole, identificando possíveis dificuldades, problemas e falhas na sua execução.

Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, que visa ao exame detalhado de uma situação particular em que os fenômenos analisados são atuais e só fazem sentido dentro de seu contexto (MINAYO; SANCHES, 1993). Optou-se pelo método qualitativo nessa fase da pesquisa por conferir o direcionamento da investigação, com vantagens em relação ao planejamento integral e prévio de todos os passos da pesquisa (NEVES, 1996).

Para a coleta de dados, utilizou-se entrevista semi-estruturada por meio de um roteiro aplicado aos responsáveis técnicos pela coordenação e execução do heterocontrole. As entrevistas foram realizadas pela própria pesquisadora, sendo utilizado um gravador para o registro das falas dos entrevistados mediante seu consentimento. Segue, ao final desse trabalho, o roteiro das entrevistas (Apêndice A).

Nessa forma de coleta de dados, o analista pode manipular as informações por inferência de conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou pelo conhecimento do assunto estudado, de forma a obter resultados significativos com suporte nos dados (JICK, 1979).

Conduziu-se intencionalmente o critério de seleção dos sujeitos da pesquisa, com base nos seguintes requisitos: a) possuir função específica de coordenação da instituição pesquisada; b) ser responsável técnico do laboratório Central de Saúde Pública (LACEN); c) possuir implicações técnicas com as diversas etapas da coleta e análise dos teores de flúor.

Foram, então, selecionadas quatro pessoas: o coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza; um técnico do Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN), instituição que realiza as análises de flúor para Fortaleza, um atendente de consultório dentário (ACD) responsável pela coleta das amostras; e um técnico em química da CAGECE.



A técnica usada para examinar as entrevistas foi à análise descritiva que, segundo Rocha e Deusdará (2005), têm como propósito circunscrever o fenômeno estudado.

Nesse tipo de análise, predomina a descrição de narrativas ricas, presumindo-se que nada é trivial, onde cada detalhe pode ser útil para compreender o fenômeno estudado.

Realizadas as entrevistas, todo o material coletado foi transcrito pelo próprio pesquisador em um arquivo digital Word, versão 2003, e realizada toda a conferência de fidedignidade, ouvindo-se a gravação e tendo-se o cuidado de conferir cada frase e corrigindo os possíveis erros da transcrição.

Editado o texto, iniciou-se a organização das falas de acordo com as categorias de análise formuladas previamente as entrevistas. Essas categorias foram estabelecidas com arrimo nos objetivos do estudo e de referências teórico-conceituais sobre o tema, de acordo com o seu contexto.

Nessa perspectiva, a interpretação das falas teve como referência as categorias de análise eleitas que foram as seguintes:

- 1) objetivos do heterocontrole dos teores de flúor;
- 2) número de amostras coletadas;
- 3) escolha dos locais de coleta;
- 4) responsáveis pelas coletas;
- 5) material, periodicidade e forma utilizada para a coleta de água
- 6) análises das amostras;
- 7) armazenamento das amostras; e
- 8) sensibilidade do método utilizado nas análises.

A análise final das entrevistas consistiu em dar sentido ao conteúdo das falas categorizadas, articulando com as referências teórico/conceituais, das relações estabelecidas no contexto histórico e no modo como os diferentes interlocutores compreendem o problema investigado, identificando respostas semelhantes, complementares ou divergentes.

**Etapa 2: Análise quantitativa dos teores de flúor existentes nas águas de abastecimento público de Fortaleza, segundo a Vigilância Ambiental em Saúde do Município.**

A Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza é o órgão responsável pelo acompanhamento, inspeção e supervisão das ações de vigilância relacionadas às doenças e agravos à saúde no que se refere a:

- 1) água para consumo humano;
- 2) contaminações do ar e do solo;
- 3) desastres naturais;
- 4) contaminantes ambientais e substâncias químicas;
- 5) acidentes com produtos perigosos;
- 6) efeitos dos fatores físicos; e
- 7) condições saudáveis no ambiente de trabalho

No Município de Fortaleza, a principal atividade desenvolvida pela Vigilância Ambiental é o controle da qualidade da água distribuída pela CAGECE, processo iniciado no ano de 2005, além de concentrar na mesma sede funções da Vigilância Sanitária, divididas entre a inspeção sanitária, educação e comunicação (FORTALEZA, 2007b).

Nessa etapa do estudo, foram empregados dados secundários fornecidos pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza. Estes foram entregues pela própria Coordenação da Vigilância Ambiental, em tabelas do Word com os teores de flúor expressos em partes por milhão (ppm) em documento impresso e foram, em seguida, tabulados no programa Microsoft Office Excel, versão 2003.

De posse desse documento, decidiu-se analisar os dados referentes ao período de janeiro a dezembro de 2006, porquanto já se havia passado pelo menos seis meses do início do heterocontrole, sendo possível a realização das primeiras adequações das técnicas de análise e a efetivação das primeiras correções de metodologia. A Vigilância Ambiental de Fortaleza, no entanto, não conseguiu analisar as amostras de dezembro em razão da falta de um reagente para a determinação laboratorial do flúor na água após a coleta das amostras, razão pela qual se pôde analisar somente 11 dos 12 meses, inicialmente previstos.

O objetivo dessa etapa foi verificar o nível de flúor que chegou às casas dos moradores de Fortaleza, averiguando a existência de subdosagem ou superdosagem, dando parâmetro para comparação em diferentes distâncias da estação de tratamento da água e nos diversos períodos do ano.

A análise estatística iniciou-se pelo cálculo das medidas estatísticas - média, mediana e desvio-padrão - para Fortaleza e para cada uma das seis regiões

administrativas em que a Capital se divide, as chamadas secretarias executivas regionais (SER). As SER são divisões administrativas de Fortaleza criadas com o intuito de descentralizar o Poder Público Municipal, agrupando localidades próximas e de perfis semelhantes (FIGURA 1).

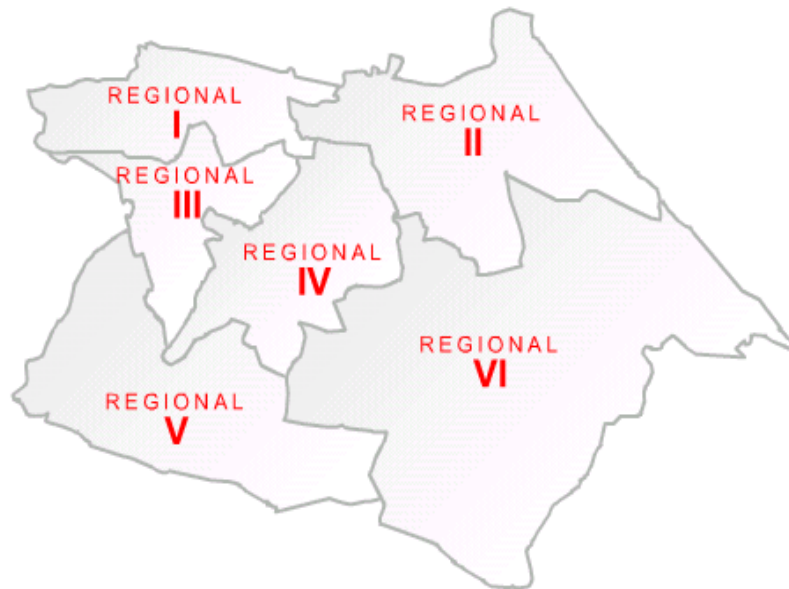


Figura 1 - Mapa de Fortaleza e sua divisão em secretarias executivas regionais

Em seguida, realizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov Z para averiguar a normalidade dos dados segundo cada SER (Apêndice B). Comparou-se, também, as médias dos teores de flúor dessas SER com o valor máximo (0,8 ppm de flúor) por meio do teste t de Student para uma média.

### **Etapa 3: Comparação dos resultados de teores de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza entre a Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza e a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)**

Antes de se iniciar a descrição dessa etapa do estudo, entendeu-se ser importante esclarecer algumas informações sobre a Companhia de Água e Esgoto do Ceará.

A CAGECE é uma sociedade de economia mista de capital aberto, tendo por finalidade a prestação dos serviços de água e esgoto em todo o Estado do Ceará. A Empresa está presente em 243 localidades do Estado, envolvendo 149 municípios, sendo também responsável pela fluoretação da água do Município de Fortaleza. Sua sede está localizada na rua Dr. Lauro Vieira Chaves, 1030 – Aeroporto, Fortaleza – Ceará (CAGECE, 2007a).

Então, foi possível utilizar os resultados das análises dos teores de flúor nas águas de abastecimento do Município de Fortaleza, segundo a Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Esses dados foram fornecidos pela CAGECE em planilha do Excel, via requerimento enviado à Diretoria de Operações da empresa, no Núcleo de Controle de Qualidade do produto. Esses números foram fornecidos em ppm e acompanhados de outros dados, como data da coleta e endereço coletado (Anexo B). De posse desses números, procedeu-se à organização das informações necessárias à realização do estudo em outra planilha do Excel, dessa vez, agrupando os dados aos da Vigilância Ambiental de Fortaleza

A CAGECE realiza suas coletas de água para análise de flúor diariamente (em torno de 3 a 4 amostras diárias). Para que a comparação entre os dados das duas instituições fosse possível, houve-se por bem selecionar as amostras de água da CAGECE coletadas no mesmo dia e em dias próximos ao dia em que a Vigilância Ambiental de Fortaleza realizou suas coletas. Não foram considerados os horários de recolha visto que, quando em temperatura ambiente, o flúor não é objeto de alteração em sua concentração.

Esse processo teve como objetivo verificar a qualidade da água fornecida à população no que diz respeito ao nível de flúor, assim como a correspondência entre os dados fornecidos pela Vigilância Ambiental e pela CAGECE.

Para alcançar esse objetivo, calculou-se as médias e desvios-padrão dos teores de flúor para CAGECE e aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov Z para verificar a normalidade dessas variáveis, segundo cada SER; utilizou-se, também, o teste t de Student de dois grupos independentes para comparação das médias dos teores de flúor de cada SER, segundo a Vigilância Ambiental de Fortaleza e a empresa responsável pela adição de flúor à água de abastecimento desse Município.

O ato de correlacionar os dados teve o objetivo de apontar possíveis falhas no monitoramento em uma ou nas duas instituições, contribuindo para possíveis correções na técnica ou na metodologia utilizada.

### **4.3 Aspectos éticos**

Com a finalidade de observar os princípios éticos que norteiam a pesquisa envolvendo seres humanos, preconizados pelo Conselho Nacional de Saúde, de acordo com a resolução 196/96, este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, tendo recebido parecer favorável para sua execução, sendo protocolizado sob o nº. 190/ 07 (Anexo A). Foi solicitada a consulta aos documentos necessários ao desenvolvimento da pesquisa (Termo de fiel depositário – Apêndice C), bem como autorização aos sujeitos investigados, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice D).

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Etapa 1: Análise qualitativa da metodologia utilizada pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza para a realização do heterocontrole dos teores de flúor**

Antes de adentrar a análise do material coletado por meio das entrevistas, apresenta-se um perfil compactado dos sujeitos que participaram do estudo:

Entrevistado 1 – coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde do Município de Fortaleza desde 2004; cargo comissionado, 33 anos; formação acadêmica – Cirurgião-dentista.

Entrevistado 2 – Responsável técnico pelo setor de alimentos do LACEN, 35 anos; formação - técnico em Química.

Entrevistado 3 – responsável pela coleta de água para análise de flúor na SER I, funcionário terceirizado, 30 anos; formação - curso técnico de ACD.

Entrevistado 4 – responsável técnico pela gerência de qualidade do produto da CAGECE, 28 anos; formação - engenheiro químico.

#### **5.1.1 Objetivos do heterocontrole dos teores de flúor**

Este item versa sobre os objetivos do heterocontrole dos teores de flúor no que diz respeito a sua finalidade, de acordo com os entrevistados. Consiste em captar os objetivos com esteio nas diversas interpretações do que são o escopo e a utilidade prática dessas análises. Para compor esse tópico, foi perguntado aos entrevistados sobre os objetivos das análises de água para determinação dos teores de flúor.

De acordo com as falas que se seguem, podemos observar a busca por fazer da Vigilância Ambiental dos teores de flúor em Fortaleza uma atividade rotineira e condizente com a legislação em vigor, além da preocupação com os problemas que a não-realização da vigilância desses teores de flúor poderiam causar de prejuízo à saúde da população que consome essa água.

Na verdade, quando a gente assumiu a gerência da Vigilância, a gente fez uma avaliação das ações que vinham sendo feitas, e paralela a essa avaliação, a gente fez uma comparação com o que a portaria 518 preconizava que deveria ser feito. Uma dos parâmetros de análise que eram pra ser analisados era o dos teores de flúor nas águas de abastecimento.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

Nós achamos importante por isso, por ele nunca ter sido feito e por ser um parâmetro importante considerado pela portaria 518 e por, se excedendo esse parâmetro, pode estar causando a fluorose na população de Fortaleza.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

Pra mim, quer dizer, o que foi passado pra gente no curso, é que esse controle é para saber a quantidade de flúor. Por que a gente sabe que quando tem muito flúor na água que as pessoas bebem pode dar fluorose nelas.

ACD responsável pela coleta de água

A Portaria MS n.º 518, de 25 de março de 2004, em seu capítulo I, Das disposições preliminares, quando fala das normas de qualidade da água para consumo humano, preconiza a análise do flúor nas águas de abastecimento. "Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água."

Segundo a própria Portaria, água potável diz respeito à água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos (da análise de flúor) e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

A Portaria deixa claras e estabelece, em seus capítulos e artigos, as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água, aos quais é cabível o exercício de controle de qualidade da água, e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, às quais impende a missão de vigilância da qualidade da água para consumo humano.

São deveres e obrigações das secretarias municipais de saúde segundo a portaria n.º 518/2004:

I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;

II - sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema;

III - estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;

IV - efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento

V - auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;

VI - garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9;

VII - manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII - manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;

IX - informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;

X - aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas tabelas 6, 7, 8 e 9; e

XI - implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante as diretrizes específicas elaboradas pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS);

É evidente o fato de que a presente publicação é um instrumento a ser utilizado pelas vigilâncias da qualidade da água para consumo humano dos estados do DF e dos municípios, bem como pelos prestadores de serviço de sistemas de abastecimento de água.

Antes dessa Portaria, vigorava a de nº. 1.469/ 2000, revogada quando da instituição da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS), que passou a assumir as atribuições do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI) então localizado na estrutura da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). As alterações processadas, no entanto, foram relacionadas apenas à transferência de competências da FUNASA para a SVS e à prorrogação do prazo para a adequação de alguns quesitos.



Quanto à fluorose, mencionada nas falas, já é de conhecimento disseminado na área da Odontologia que a ingestão de altas concentrações de flúor na idade de formação dentária pode provocar fluorose (GUEDES-PINTO, 1997).

Resta clara a intenção de adequar a Vigilância em Saúde às portarias em vigor, mas, principalmente, pode-se observar a consciência política e sanitária dos envolvidos no desenvolvimento do heterocontrole que não realizam esse tarefa de forma mecânica, apenas para cumprir a lei, mas conscientes da importância do trabalho.

### 5.1.2 Amostras coletadas: realidade da Vigilância Ambiental em Saúde

Este título faz referência à quantidade de amostras de água coletadas em Fortaleza para a determinação de flúor. Sabe-se que existe, de acordo com a Portaria nº. 518/2004, um número específico de amostras de água fluoretada a serem coletadas em função da população do município analisado. Pretende-se, com origem nesse tópico, saber o número de amostras coletadas mensalmente pela Vigilância Ambiental de Fortaleza e entender os critérios utilizados para a determinação desse quantitativo. Com esse fim, foi perguntado aos entrevistados sobre o número de amostras coletadas por mês e o porquê desse número.

Com efeito, as falas esclarecem as limitações do setor de Vigilância Ambiental em Saúde no que diz respeito à capacidade estabelecida para análise de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza, mas também deixa claro o conhecimento sobre a Portaria nº. 518 e a importância de se realizar tais análises.

O número são 28 amostras que a gente coleta mensalmente pra teor de flúor, o número ideal seria de 53 amostras de flúor que é o que preconiza a portaria 518 do MS né. Nós só fazemos 28 amostras porque é o que o LACEN fornece pra gente por mês. O LACEN não tem capacidade de fornecer mais amostras por mês.

A gente está adquirindo o equipamento, já tem o equipamento, ta faltando só o reagente, o eletrodo é o eletrodo que é mais caro que o aparelho a gente ta em processo de aquisição a gente ta pedindo tanto por via vigilância como pela saúde bucal a gente ta pedindo, possivelmente a gente vai ter dois eletrodos ficando um de estoque, quando a gente tiver o eletrodo a gente vai passar a fazer aqui as 53 análises.

Esse número de amostras é proporcional à população do município, porque o município de Fortaleza que tem 2 milhões e meio de habitantes o ideal é realizar 53 análises mensais, mas não realizamos porque não temos capacidade de suporte de realizar, mas nós fazemos 53 bacteriologias, 53

turbidez, 53 cloros residuais que são feitas aqui, só o flúor que não é realizado aqui que nós ainda não fazemos as 53 análises.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

Segundo a Portaria nº. 518/2004, em seu capítulo V, Dos planos de amostragem, o número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, está em função dos pontos de amostragem e da população abastecida, ou seja, as amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição e em pontos diversos distribuídos espacialmente pela rede de distribuição de água, sendo o número de amostras coletadas proporcional à população do município onde será realizada a análise, como expresso anteriormente.

Será que o número inferior de amostras coletadas e analisadas por mês invalida o esforço e a iniciativa de realização de um heterocontrole no Município de Fortaleza?

Diversos estudos (WAMBIER *et al.*, 2007; RAMIRES *et al.*, 2006; ELY *et al.*, 2002; MAIA *et al.*, 2003) foram publicados em todo Brasil, no intuito de analisar os níveis de flúor nas águas oferecidas a várias cidades. Analisando a metodologia desses estudos, pode-se observar um número muitas vezes reduzido ou mesmo proporcionalmente inferior ao realizado pelo setor de Vigilância Ambiental de Fortaleza.

Entre eles, a pesquisa realizada por Lima *et al.* (2004) em Pelotas (RS), onde seriam necessárias, de acordo com a quantidade de habitantes (283.997) do Município, 25 amostras de água de acordo com a Portaria 518, no entanto, só foram analisadas 16 amostras por mês. Também no sul do País, em Lages, Santa Catarina, Toassi *et al.* (2007) realizaram pesquisa semelhante, onde seriam necessárias 15 amostras/mês, enquanto só eram realizadas 10 coletas.

No Nordeste, em dois municípios do Piauí, de acordo com o número de habitantes, seriam necessárias em Teresina, cerca de 90 amostras e em Parnaíba 37, tendo sido realizadas nos dois municípios, apenas 5 coletas distribuídas em alguns bairros pelas cidades (SILVA *et al.*, 2007). Assim como esses, muitos dos demais estudos mencionados apresentam número inferior de amostras analisadas.

Esses estudos não foram invalidados, pelo contrário, foram publicados em revistas científicas reconhecidas nacional e até, internacionalmente. Empreendeu-se

consulta a um estatístico para se entender de que forma esse número de amostras inferior ao preconizado poderia comprometer os resultados. Segundo ele,

O problema não são as 28 coletas, mas como foram coletadas, isto é, se em locais diferentes, pois acredito que para determinados locais a água poderá ter diferença em termos de concentração de flúor. Em termos de análise estatística, se for apenas para comparar o teor coletado com um padrão ouro, não terá problema algum.

Estatístico.

Por essa razão, é possível considerar legítimo o heterocontrole realizado pela Vigilância Ambiental de Fortaleza, podendo-se analisar os dados por ela fornecidos, apesar da falha apontada pelo próprio coordenador da Vigilância Ambiental do município.

### 5.1.3 Escolha dos locais de coleta

A escolha dos locais de coleta é um critério deveras importante para a análise de flúor de acordo com a legislação vigente, ou seja, em pontos diversos distribuídos espacialmente pela rede de distribuição de água, como já mencionado. Nesse contexto, articular-se-ão as falas dos diferentes informantes sobre o assunto em foco:

Foi um critério de distribuição geográfica a gente pegou os 28 pontos e espalhou geograficamente pelo município de Fortaleza pra tentar dar uma cobertura maior possível. Se você visualizar os pontos no mapa os 28 pontos estão uniformemente distribuídos por Fortaleza, levando-se em consideração a existência naquele local de uma Unidade de Saúde porque os lugares dessa coleta são em Unidades de Saúde.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

A distribuição geográfica há pouco enunciada contempla dois importantes critérios para as análises de água, quais sejam: a distribuição espacial dos pontos de coleta e a responsabilidade social em coletar amostras de água onde existe um maior número de pessoas consumindo da mesma fonte de abastecimento (CAGECE, 2007b). As Unidades de Saúde podem ser consideradas pontos de responsabilidade social, pois, diariamente, passam inúmeras pessoas que provavelmente já estão com algum problema de saúde e que necessitam de uma atenção maior com seu bem-estar.

De acordo com os discursos seguintes, coletados da fala da Técnica em Química da CAGECE, existe um posicionamento diferente de contemplar os dois critérios mencionados anteriormente, que são:

Esses pontos, onde são realizadas as coletas, são chamados por nós de pontos fixos e diariamente são feitos sorteios onde os nossos coletores vão até esses locais escolhidos e fazem cerca de 14 coletas por dia, só em Fortaleza.

Esses pontos que a gente chama de pontos fixos são subdivididos em 3 tipos: pontos críticos, são aqueles onde a CAGECE tem uma responsabilidade social maior, ou seja, tem um grande número de pessoas consumindo da mesma água, são: colégios, creches, hospitais, condomínios residenciais. Os pontos notáveis onde a CAGECE tem que ter um maior monitoramento, são: as pontas de rede, reservatórios e o terceiro ponto são os pontos que a gente chama de pontos genéricos que nem são críticos nem são notáveis, salpicados geograficamente na rede para que toda extensão da rede seja monitorada.

No sorteio diário são sorteados 14 pontos sendo que alguns são críticos, alguns são notáveis e outros são genéricos, o coletor vai até o campo e faz a coleta físico-química e bacteriológica e trás pro laboratório, quando essas amostras chegam aqui, como o número de amostras exigidas para o bacteriológico é bem maior que para o flúor (físico-químico), as técnicas em química aqui do laboratório, além de ter sido feito o sorteio pra realiza a coleta, elas também sorteiam algumas amostras para realização da análise de flúor.

Técnica em Química da CAGECE

Além de coletar pontos diferentes para atender aos critérios da distribuição espacial e responsabilidade social, a CAGECE também tem mais um grupo de pontos referentes às pontas de rede e reservatórios.

Segundo os documentos fornecidos pela empresa (CAGECE, 2007b), no sorteio, é equivalente o número de pontos para atender os três critérios, ou seja, dos 14 pontos coletados por dia, mais ou menos 4 ou 5 são sorteados para cada tipo de ponto. Como a própria entrevistada relatou, porém, a quantidade de análises para o flúor é menor do que para o bacteriológico. Esse procedimento ajuda a compreender por que não há uma distribuição espacial adequada das amostras coletadas de flúor, em todos os pontos da Cidade.

Para reforçar esse argumento, verificou-se durante a análise das amostras de flúor fornecidos pela CAGECE, grande número de pontos de coleta de água concentrado em algumas áreas de Fortaleza, em detrimento de outras, bem detalhadas adiante.

De antemão, se pode expressar que ambas as instituições apresentam problemas na determinação das amostras. A Vigilância Ambiental de Fortaleza

utilizou um número inferior de amostras para desenvolver o heterocontrole, enquanto a CAGECE demonstrou dificuldades na distribuição espacial dos pontos de amostra, especificamente nas amostras para determinação do flúor na água de abastecimento.

#### 5.1.4 Responsáveis pelas coletas de água

Em cada unidade de saúde selecionada para realizar as coletas de água da rede de distribuição, foram escolhidas pessoas diretamente ligadas à saúde bucal para cumprir esse objetivo. Foi realizado um treinamento que será mais bem explicado nas falas adiante e iniciadas as negociações com as instâncias responsáveis (LACEN, Secretária de Saúde, SER e unidades de saúde).

Foi, então, perguntado aos entrevistados quem eram os responsáveis pelas coletas de água e por quê. Nesse contexto, foi relatado que:

As pessoas que foram treinadas para realizar a coleta. Uma pessoa responsável pela coleta é um funcionário da vigilância, porque nós realizamos uma das coletas aqui, as outras pessoas foram dentistas e ACDs são profissionais que estão diretamente ligadas ao consultório do dentista, não é qualquer pessoa do posto, são pessoas que entendem a importância dessa coleta. Para que a gente coletasse todas as amostras no mesmo horário seria inviável mandar um coletor da Vigilância. Foi feito um treinamento de 4 horas aqui com o rapaz responsável pelo laboratório, teve um treinamento teórico, passamos nas unidades de saúde sensibilizando as pessoas, fomos aos Distritos de Saúde conversar com as pessoas, a coordenação de saúde bucal que fez essa ponte, escolhemos as pessoas, elas vieram pra cá receberam treinamento no auditório, emitimos um certificado de coleta de água, demos aula teórica e aula prática.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

A gente é que coleta. A gente teve um curso. Ensinaam pra gente como coletar a água, como preencher o formulário, disseram os dias, os horários. Que teria que ser água direto da rua. Por que não pode ser de uma torneira da caixa, tem que ser da rua.

ACD responsável pela coleta de água

De acordo com a Portaria nº. 518, são da responsabilidade do operador do sistema a capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água. No caso da Vigilância da Qualidade da Água, pode-se observar o conhecimento da portaria e a tentativa de aproximar-se ao máximo dos padrões estabelecidos por ela.

Para a CAGECE, não é diferente, pois também existe um coletor treinado que assume essa responsabilidade.

São coletores treinados contratados pela CAGECE, eles têm essa função de ir até a residência, além de serem coletores são também agentes sanitários porque eles vão até lá e informam a população, ao cliente sobre a importância do controle de qualidade a existência de todo esse controle de qualidade, da limpeza da caixa d'água que deve ser feita a cada 6 meses, informa que qualquer problema ou dificuldade deve contatar a CAGECE através do 0800.

Técnica em Química da CAGECE

Pode-se exprimir que, nesse quesito, ambas as instituições cumprem as normas e estão aptas a desenvolver suas funções.

#### 5.1.5 Material, periodicidade e forma utilizada para a coleta de água

De acordo com a literatura, o flúor não pode ser armazenado em recipiente de vidro, pois ele reage com esse material, diminuindo a quantidade disponível, sendo o receptáculo de plástico o mais indicado para o acondicionamento do flúor (GUEDES-PINTO, 1997).

Neste sentido, o questionamento da pesquisa foi expresso com o intuito de identificar que material estava sendo utilizado, durante os procedimentos de coleta de água, assim como a periodicidade das coletas, e buscando identificar outras especificações necessárias ao desenvolvimento do heterocontrole. As seqüências discursivas revelaram respostas semelhantes:

Ela é feita com um recipiente de plástico indicado para coleta de água, ela é feita na última quarta-feira do mês a gente estabeleceu o dia, a última quarta-feira do mês, todas as coletas são realizadas entre 8 e 8 e meia da manhã pela pessoa indicada, então ele vai, leva a sua garrafinha que é distribuída no mês anterior.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

O frasco para a coleta do físico-químico é de plástico polietileno transparente, próprio para fazer coleta físico-química.

Técnica em Química da CAGECE

De acordo com a Portaria nº 635 de 1975, o frasco de polietileno é preferível, no entanto, a portaria também admite alternativas, ao rezar que “frascos de vidro são satisfatórios desde que se evite usar soluções concentradas de fluoretos”.

As pesquisas mais recentes que analisam o teor de flúor nas águas de abastecimento de várias cidades brasileiras relatam que os recipientes de plástico polietileno e polipropileno são os mais usados e os indicados para esse tipo de coleta (LIMA *et al.*, 2004; TOASSI *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2004).

Quanto à indicação da Vigilância Ambiental de realizar a coleta da água sempre num mesmo dia da semana correspondente à última quarta-feira do mês, não se encontrou base científica que explicasse essa coleta.

Comprovou-se, entretanto, em estudos semelhantes, variação na periodicidade da coleta, tais como: Maia *et al.* (2003) e Silva *et al.* (2004) realizaram as suas coletas quinzenalmente; já Lima *et al.* (2004), Toassi *et al.* (2007) realizaram suas coletas mensalmente de maneira uniforme; Silva *et al.* (2007) realizaram suas coletas em dias aleatórios da semana e do mês; e ainda há os que não mencionaram a periodicidade das coletas, subentendendo-se que era mensal (MARON, 2006). Essas variações serão discutidas mais à frente na análise dos dados de heterocontrole de Fortaleza.

Na seqüência, é descrita a forma de coleta das amostras de água da rede de abastecimento, incluindo os procedimentos de preparo e acondicionamento da água. Também é relacionado o teor de flúor aos horários de coleta das amostras de água.

Eles lavam a garrafa 3 vezes com água corrente da própria torneira, inclusive a própria tampinha, deixa escorrer um pouco antes, depois coleta, fecha, acondiciona, preenche a etiqueta que já vem preenchida, preenchem o guia de coleta, deixa na geladeira e ao longo desse dia a gente passa recolhendo as amostras de água, aí a gente leva pro LACEN. O horário em que tem menos movimento na Unidade, eles estão um pouco mais desocupados, e se a gente coletasse essa água meio dia a gente só teria meio dia para recolher essa água em Fortaleza toda, assim se eu colete de manhã cedo eu tenho o dia todo para coletar essa água. Em termos da quantidade de flúor na água o horário não influencia. O teor de flúor tem que ser o mesmo de 0 hora a 0 hora o teor de flúor tem que ser o mesmo em todos os horários, não tem nada haver com teor de flúor na água.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

Segundo a Portaria nº. 635, de 1975, deve ser adotada a prática de lavar os frascos com a água que vai ser analisada, sendo o procedimento adotado pela Vigilância Ambiental de Fortaleza considerado adequado.

Com relação ao horário de coleta, levando em consideração a pequena flutuação de temperatura das cidades com clima tropical (entre 25 e 35 graus

Celsius), é valido considerar que o horário realmente não influencia no teor de flúor encontrado nas amostras colhidas.

#### 5.1.6 Análises das Amostras

Esse tópico procura determinar quem realiza as análises e onde são determinados os teores de flúor das amostras de água da rede de abastecimento de Fortaleza, tanto da Vigilância Ambiental de Fortaleza como da CAGECE e também procura saber o porquê dessas escolhas dos locais de análise.

O LACEN realiza as análises porque é o único laboratório com capacidade de realizar a análise de flúor e por que é um laboratório de referência do ponto de vista da saúde pública no Estado do Ceará, sem falar que a gente não tem custo nenhum para fazer essa análise no LACEN.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

Químicos, biólogos e os técnicos em química, funcionários da CAGECE, também temos técnicos contratados, então é uma equipe grande são divididos entre os laboratórios, existe o laboratório bacteriológico, o laboratório físico-química I, onde são feitas as análises espectrofotométricas e tem o laboratório de físico-químico II que são análises mais físicas, como análise de cor, turbidez e fora o laboratório de hidrobiologia onde são realizadas análises de mananciais e águas da saída da ETA existe também o laboratório de efluentes onde são realizadas análises físico-químicas de efluentes brutos e tratados e também uma sala só para preparação de soluções e agentes.

Os responsáveis pelas amostras são todos os analistas físico-químicos do Laboratório Central, então todas as pessoas que trabalham no setor físico-químico da água são responsáveis pelas análises. Existe o procedimento operacional do aparelho passo a passo, como calibrar, a calibração diária, como manipular o aparelho.

Técnico em Química do LACEN

O LACEN/CE - Laboratório Central do Ceará é a única unidade capaz de realizar as análises de flúor em Fortaleza. Apresenta a segunda melhor pontuação para estrutura do laboratório dentre todos os LACEN no Brasil e é o sétimo em eficiência, sendo considerado com instalações físicas e funcionamento dos serviços adequados (BRASIL, 2006). Não apresenta vínculo direto com a Prefeitura Municipal de Fortaleza, apesar da aliança política entre os partidos dos representantes políticos do Estado e do Município e, por isso, os resultados fornecidos por ela podem ser considerados de confiança, estando em acordo com a fala do coordenador da Vigilância Ambiental de Fortaleza.



Quanto aos analistas, de acordo com os entrevistados, são técnicos treinados e aptos a realizar as análises de flúor nas duas instituições.

#### 5.1.7 Armazenamento das Amostras de Flúor

Foram questionadas a respeito do assunto as três pessoas representantes das diferentes instâncias entrevistadas - a Vigilância Ambiental de Fortaleza, o LACEN e a CAGECE. Somente o coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde do Município de Fortaleza conseguiu responder de forma clara sobre o armazenamento das amostras de flúor antes das análises. A técnica do LACEN assinalou que as amostras de flúor podem ser armazenadas, mas não soube especificar o tempo. A técnica da CAGECE apenas ressaltou que as amostras de água para análise de flúor são imediatamente analisadas.

Essa água do flúor pode ser acondicionada por até 180 dias, a literatura fala em armazenamento por até 180 dias. Se o LACEN não tem condições de naquele mês realizar a análise a gente guarda e manda no outro mês pra fazer a análise e o armazenamento é feito no nosso laboratório em uma geladeira própria para o armazenamento de amostras de água, a gente guarda se o LACEN não tem o reagente pra fazer a análise.

Se o LACEN passar mais de 180 dias sem o reagente pra análise, a gente descarta. Deu 180 dias a gente descarta aquela amostra, aquela próxima, se completar 180 dias a gente também descarta. A gente trabalha muito com o que a literatura científica diz pra depois não ser questionada pela prestadora de serviço.

Desde novembro de 2006 que o LACEN não faz pra gente a análise de flúor, a gente conseguiu fazer a análise até novembro de 2006, vai fazer 1 ano agora que nós fizemos a última análise de flúor, a gente tá com um vácuo de 1 ano, aí que a gente espera resolver agora. A gente sempre liga pra saber se chegou o reagente e a resposta é negativa.

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

Segundo Schneider Filho *et al.* (1992), e de acordo com o que foi enunciado na reprodução do discurso, o armazenamento das amostras de flúor torna-se possível, sem ser alterado na solução, por até 180 dias (período máximo em que foi testado o armazenamento de água para análise de flúor). Isto revela que, apesar das dificuldades encontradas para a análise imediata das amostras de água, a demora nas leituras dos teores de flúor não prejudica a continuidade do trabalho nem invalida as análises armazenadas dentro desse período.

Também no contexto do tópico armazenamento, consideram-se a temperatura e o acondicionamento das amostras como pontos importantes a serem questionados aos entrevistados, seguem-se os relatos.

O transporte da Unidade até aqui é feito em geladeiras térmicas, mas de qualquer forma o flúor não tem muito problema quanto à temperatura, sendo a temperatura máxima a temperatura ambiente,

Coordenador da Vigilância Ambiental em Saúde

A temperatura dele é a temperatura ambiente.

Analista físico-químico do LACEN

De acordo com as falas e com a literatura consultada, a temperatura ambiente não altera a concentração de flúor das amostras. O que existe em relação à temperatura é um limite recomendado para a concentração de íon-fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias, com base na teoria de que quanto mais quente é o local (maior temperatura) mais água as pessoas irão beber (BRASIL, 1975b).

O único estudo encontrado referente à temperatura da água foi o de Costa *et al.* (2002) que, analisando teores de flúor em águas fervidas, observaram que à medida que o tempo de fervura aumenta, ocorre uma tendência ao crescimento da concentração de flúor nas amostras das águas testadas, demonstrando que a evaporação pode aumentar os níveis de flúor nas águas. Pelas entrevistas, no entanto, restou claro que as águas coletadas e armazenadas não são alteradas na temperatura, de forma a ensejar evaporação das amostras.

#### 5.1.8 Sensibilidade do Método de Detecção de Flúor na Água

Nesse subtítulo, procurou-se entender o funcionamento e o grau de precisão dos aparelhos de determinação dos teores de flúor, para, quando da análise dos dados fornecidos pelas instituições (etapa 3), se poder entender possíveis diferenças ou discordâncias entre os resultados ou, no caso de coincidência nos dados, eliminarmos a possibilidade do acaso, contribuindo para igualdade dos resultados.

No método que a gente usa aqui, se passar de três, mais ou menos, ele não lê, a gente calibra ele entre 0,2 até 2,5, nesse intervalo ele lê perfeitamente agora se for abaixo disso a gente considera não detectado. E se for acima também não consegue lê. E você calibra o aparelho do jeito que você quiser, ele calibra o aparelho para trabalhar nessa faixa.

Analista físico-químico do LACEN

Segundo o Procedimento Operacional Padrão (POP) do LACEN, os equipamentos utilizados (aparelho titulador Mettler Toledo DL50) permitem a calibração em leituras automáticas em concentração direta, sendo necessária apenas a construção de uma curva interna de calibração do aparelho (leitura automatizada), diferentemente do equipamento utilizado pela CAGECE (eletrodo íon-seletivo com medidor de íon Orion modelo 710A+ e eletrodo combinado de fluoreto Orion 9609BN) onde se deve proceder às leituras em milivolts, utilizando soluções-padrão de 0,2 a 2 mg/L de fluoreto. Apesar dos equipamentos serem diferentes, os resultados produzidos são semelhantes e, por isso, é possível a comparação dos resultados.

## **5.2 Etapa 2: Análise quantitativa dos teores de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza segundo dados do heterocontrole realizado pela Vigilância Ambiental de Fortaleza**

Antes de iniciar a análise exploratória dos teores de flúor fornecidos pela Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov Z para avaliar o padrão de distribuição de probabilidades para os referidos dados.

De acordo com esse teste, confirmou-se a hipótese de que os dados analisados possuíam distribuição normal. Por tanto, pode-se afirmar com segurança estatística que os resultados encontrados pela Vigilância Ambiental de Fortaleza apresentam natureza normal e podem ser analisados segundo outros testes aplicados a dados que seguem padrões de normalidade (testes paramétricos).

Realizar-se-á agora o diagnóstico do perfil da variável estudada, por meio de análise univariada. Utilizar-se-á para isso duas medidas de tendência central (média e mediana), uma medida de dispersão (desvio-padrão) e uma medida da posição relativa das unidades observacional em relação a todas as outras (percentuais).

Tabela 1 - Valores de média, mediana, desvio-padrão, percentis e valores máximo e mínimo de teores de flúor no período estudado, segundo dados da Vigilância Ambiental de Fortaleza. Fortaleza, 2007

<b>MÉDIA</b>		0,8532
<b>MEDIANA</b>		0,8200
<b>DESVIO-PADRÃO</b>		0,2138
<b>VALOR MÍNIMO</b>		0,42
<b>VALOR MÁXIMO</b>		1,38
<b>PERCENTIS</b>	<b>25%</b>	0,69
	<b>50%</b>	0,82
	<b>75%</b>	0,93

A Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004, determina que o valor máximo permitido para o teor de flúor é de 1,5 ppm. De acordo com esse valor, todas as amostras analisadas estariam num nível de flúor aceitável (maior valor encontrado pela Vigilância Ambiental de Fortaleza -1,38 ppm de flúor); no entanto, a própria Portaria, em nota de rodapé, recomenda que as concentrações do íon-fluoreto devem observar a legislação específica vigente relativa à fluoretação da água.

Essa legislação diz respeito à Portaria nº.635, de 25 de dezembro de 1975, que aprova as normas e padrões sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano, estabelecendo os limites para a concentração do íon-fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias. Tal Portaria estabelece que, para Fortaleza (temperaturas máximas diárias entre 26,7 e 32,5 °C), o limite recomendado para a concentração do íon-fluoreto esteja entre 0,6 e 0,8 ppm de flúor. Por esse motivo, a Vigilância Ambiental de Fortaleza considera como acima do aceitável os valores que ultrapassem 0,8 ppm de flúor e não 1,5 ppm.

Considerando essas informações, a tabela 1, mostra que tanto a média como a mediana estão acima do valor máximo aceitável, de acordo com a Portaria nº. 635, de 1975. Como a própria definição da palavra exprime, a mediana refere-se ao

ponto que está no meio, portanto, há 50% dos resultados maiores que 0,82 ppm de flúor e 50% menores que esse valor.

Segundo os percentis, observa-se que 25% das amostras de flúor analisadas pela Vigilância Ambiental de Fortaleza apresentam valores acima de 0,93 ppm de flúor. Esse dado é bastante revelador, pois demonstra que existe uma predominância de valores analisados bem acima do considerado aceitável. Dessa forma, vale considerar essa porcentagem preocupante, já que, acima de 0,8 ppm de flúor, poderá ocorrer fluorose dentária nas crianças em idade de formação dentária que consumirem essa água.

Também Luz *et al.* (1998), em seu estudo sobre a vigilância sanitária das águas de abastecimento Público no Município de Fortaleza-Ce, encontraram alterações nas suas análises. Esses autores, com o objetivo de avaliar os teores de flúor nos distritos sanitários de Fortaleza, realizaram coletas mensais de água em Fortaleza no período de abril de 1996 a março de 1997 e, como resultado, encontraram que 59,3% das amostras analisadas apresentavam teores de flúor não aceitáveis, sendo que 25,1% estavam abaixo de 0,6 ppm de flúor e 34,2% acima de 0,8 ppm.

Esses dados são sugestivos para explicar os resultados encontrados no levantamento epidemiológico realizado pela Coordenação de Saúde bucal de Fortaleza entre 2006 e 2007, que evidenciaram índice elevado de fluorose na população estudada na idade de 12 anos e na faixa etária de 15 a 19 anos. A população de 12 anos apresentou 28,7% de casos de fluorose dentária, sendo destes 20,6% fluorose muito leve, 5,6% de fluorose leve, 2% de fluorose moderada e 0,5% de fluorose severa. Também a população da faixa etária de 15 a 19 anos apresentou um índice elevado, com 20,8% da população examinada com fluorose, estando a distribuição da seguinte forma: 15,9% de fluorose muito leve, 3,4% de fluorose leve e 1,5% de fluorose moderada, não tendo sido encontrados casos de fluorose severa (FORTALEZA, 2007a).

Apesar desse levantamento epidemiológico ter sido realizado entre os anos de 2006 e 2007, ele está detectando um problema que tem sua manifestação atual, mas origem no passado (período de formação dentária). Portanto, apesar de não se poder atribuir os dados do levantamento epidemiológico aos resultados encontrados no heterocontrole realizado pela Vigilância Ambiental de Fortaleza, sugeriu-se com base nos níveis de flúor encontrados no heterocontrole, que esses mesmos índices

de fluorose, ou até mesmo valores maiores, poderão ser encontrados futuramente em crianças que ingerem a água de abastecimento público de Fortaleza.

Mais sugestivas ainda são as informações de banco de dados do laboratório de Bioquímica Oral da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, de responsabilidade do professor doutor Jaime Aparecido Cury, relativos a dados do heterocontrole de Fortaleza no período de 1996 a 2000, mostrando que 57% das amostras apresentavam concentrações de flúor fora do padrão. Também exibiram grande variabilidade nos anos analisados, sendo o ano de 1998 o de maior média (em torno de 1,1 ppm de flúor) e o ano de 2000 com a menor (entre 0 e 0,2 ppm) (CATANI, 2008).

Esses dados podem, pelo menos em parte, justificar os índices de fluorose aos 12 anos encontrado no levantamento epidemiológico há instantes mencionado, já que são dados relativos ao período de desenvolvimento dentário das crianças estudadas no levantamento epidemiológico. Também se conclui que essa variação nos teores de flúor oferecidos à população de Fortaleza não é algo recente, de acordo com os dados do professor doutor Jaime Cury.

Também foram calculados os valores de média e desvio-padrão por Secretaria Executiva Regional de Fortaleza com o intuito de verificar a existência de alguma discrepância nessas médias entre Fortaleza e as SER.

Empregou-se, na análise dessas medidas, o teste t de Student para comparar as médias dos teores de flúor com o valor máximo permitido de acordo com as temperaturas máximas diárias de Fortaleza (0,8 ppm de flúor) para cada uma das SER.

Tabela 2 - Teste t de Student para médias de teores de flúor com o valor máximo (0,8 ppm), segundo Secretaria Executiva Regional de Fortaleza. Fortaleza, 2007

SER	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	t	P
I	0,8716	0,2221	2,138	0,038
II	0,8473	0,2089	1,678	0,099
III	0,8512	0,2083	1,574	0,123
IV	0,8327	0,2283	0,951	0,347
V	0,8467	0,2162	1,753	0,084
VI	0,8706	0,2084	2,488	0,016
<b>TOTAL</b>	<b>0,8532</b>	<b>0,2138</b>	<b>4,340</b>	<b>0,001</b>

Fonte: Vigilância Ambiental de Fortaleza

Através da tabela 2, foi possível detectar que, apesar de essa média no Município de Fortaleza (0,8532) ser bem próxima ao valor máximo de flúor estabelecido pela Portaria nº. 635, de 1975 (0,8 ppm de flúor), esses dois valores são considerados estatisticamente diferentes, ou seja, as águas de abastecimento de Fortaleza, segundo dados da Vigilância Ambiental de Fortaleza, estão com um teor de flúor acima do aceitável.

A igual, foi encontrado em diversos municípios do Brasil. Em Ponta Grossa (PR), Wambier *et al.* (2007) encontraram uma predominância de amostras coletadas com valores acima dos aceitáveis para o Município. Para Toassi *et al.* (2007), que realizou seu estudo em Lages - Santa Catarina, entre os pontos que apresentaram teores inadequados de flúor, houve predomínio daqueles com excesso de fluoretos (35,8%). Ramires *et al.* (2006) também encontraram nos resultados da análise das amostras de água uma concentração média de flúor acima do recomendado para Bauru, o mesmo ocorrendo para Silva *et al.* (2004), que, em seu estudo, realizado em Lins/São Paulo, verificaram média de 0,86 ppm de flúor (valor inadequado de acordo com a temperatura local).

Ainda com relação à tabela 2, observou-se que, apesar do teste t ter revelado para algumas SER valores estatisticamente semelhantes ao valor máximo permitido, esses valores por SER são próximos à média de Fortaleza.

Nesse caso, assinala-se a existência de estabilidade nos teores de flúor a qualquer distância da estação de tratamento e entre os pontos observados. Tal fato

comprova a eficiência do método de fluoretação confirmada por inúmeros autores (PERA, 1974; MACHADO, 1968; MAIER, 1962), que não admitem a ocorrência de variação do teor de flúor em diferentes pontos da rede de abastecimento de água, permanecendo a água estável em qualquer ponto da rede. Pode revelar, entretanto, um suposto descontrole na dosagem de flúor pela estação de tratamento.

Consoante o gráfico da seqüência, existe uma predominância de meses, durante o período estudado, com teores de flúor acima do valor máximo permitido (0,8 ppm de flúor).

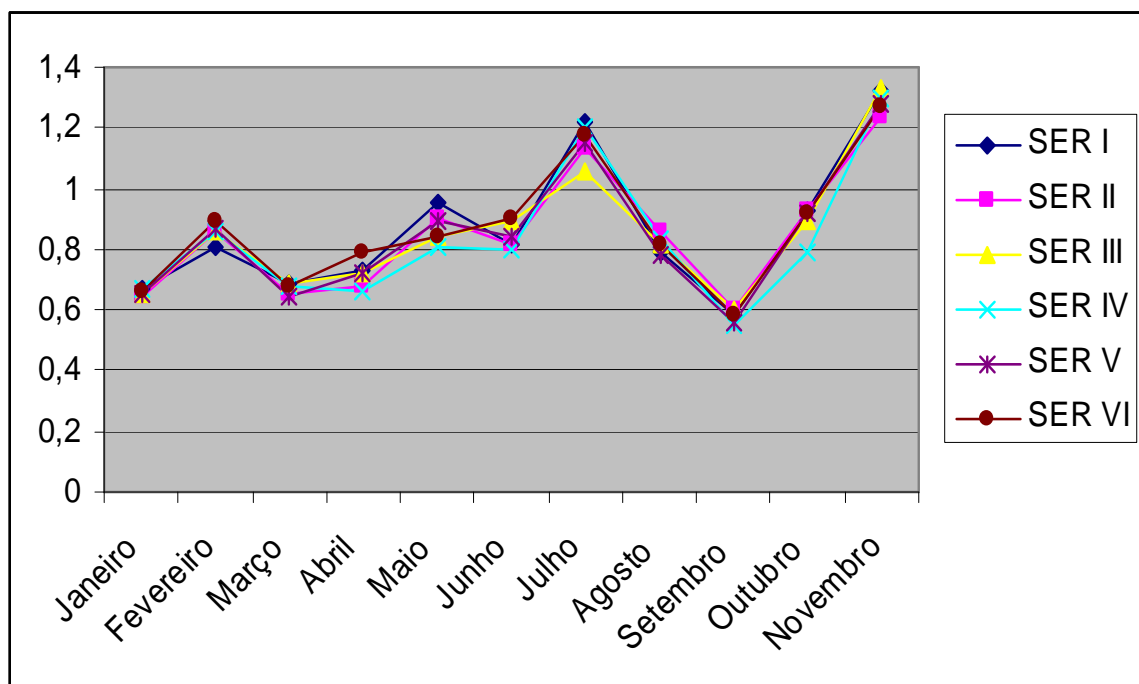


Gráfico 1 - Distribuição das médias dos teores de flúor das Secretarias Executivas Regionais (SER) por mês. Fortaleza, 2007

Também em relação a esse gráfico, vale dizer que não foram observadas diferenças relacionadas às estações do ano; ou seja, os valores independem do fato de o mês ser quente ou frio, não influenciando a curva de valores. Isso pode ser detectado principalmente quando se observam os meses de agosto a novembro, quando predomina uma temperatura equivalente mas uma grande variação em relação aos teores de flúor; no entanto, confirmam a estabilidade dos dados quando analisados de forma conjunta, já que em todas as SER as curvas foram semelhantes.



### **5.3 Etapa 3: Análise comparativa dos teores de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza, segundo dados da Vigilância Ambiental de Fortaleza e da CAGECE**

A CAGECE e a Vigilância Ambiental de Fortaleza realizam suas coletas de água para análise de flúor de forma diferente. Como exposto na etapa 1 de análise das entrevistas, a coleta da Companhia de Água e Esgoto do Ceará é diária, ocorrendo o primeiro sorteio dos locais onde serão recolhidas as amostras de água, e o outro ocorrente no laboratório para selecionar as amostras que serão analisadas para os teores de flúor. A CAGECE forneceu à pesquisa os dados referentes a todas as suas análises no período de janeiro a novembro de 2006. Com suporte nesses dados, pudemos relacionar os resultados de Fortaleza e da CAGECE.

Para que a comparação dos resultados fosse viável, foram selecionadas as análises da CAGECE realizadas no mesmo dia e em dias próximos à data em que a Vigilância Ambiental de Fortaleza realizou suas coletas. De acordo com as médias que a própria CAGECE fornece mensalmente no seu sítio da internet, esse recurso (de analisar apenas os dias próximos aos dias em que Fortaleza realizou suas coletas) não modificou o resultado original da empresa.

Foram selecionados um mínimo de 4 e um máximo de 6 amostras de água de cada SER por mês para compor os dados da CAGECE (aproximadamente 30 amostras/mês). Esse valor foi definido, em primeiro lugar, para se aproximar a quantidade de análises por mês que a Vigilância Ambiental em Saúde de Fortaleza realiza (28 amostras mês) e, em segundo lugar, por não ter sido possível encontrar um número maior de amostras para a CAGECE nos dias próximos à data de coleta da Vigilância Ambiental de Fortaleza.

Os métodos de análise para ambas as instituições foi o eletrométrico, havendo diferença apenas nos equipamentos empregados. O LACEN (Laboratório Central de Saúde Pública) utilizou um eletrodo medidor de pH, um eletrodo seletivo de flúor (DX 219- Mettler Toledo), um eletrodo de referência, um aparelho titulador Mettler Toledo DL 50 e um banho ultrassônico. Já a CAGECE fez uso de um medidor de íon Orion modelo 710+, um eletrodo combinado de fluoreto Orion ref. 9609BN, um agitador magnético e uma barra magnética.

A diferença entre os equipamentos está relacionada apenas às etapas para detecção do teor de flúor. As leituras são equivalentes e os resultados considerados semelhantes para os dois aparelhos (informação fornecida pelo técnico em Química entrevistado na CAGECE).

Assim como para a Vigilância Ambiental de Fortaleza, para a CAGECE, também foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov Z, a fim de verificar a normalidade dos dados, e calculados a média, a mediana e o desvio-padrão.

A tabela 3 refere-se às medidas estatísticas e aos testes realizados com o intuito de relacionar as duas instituições pesquisadoras.

O teste t de Student da tabela 2, faz a comparação entre os resultados das médias de flúor em Fortaleza, segundo as duas instituições pesquisadoras. Consoante essa tabela, a Vigilância Ambiental de Fortaleza e a CAGECE apresentam valores de médias estatisticamente diferentes, permitindo que se atribua erro ou engano em alguma das duas análises, seja no método, na coleta ou na análise dos dados. O valor de p menor do que 0,05 revela essa diferença.

Tabela 3 - Média, desvio-padrão e teste t de Student segundo SER e instituição pesquisadora . Fortaleza, 2007

<b>SER</b>	<b>Instituição pesquisadora</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Test t de Students</b>	<b>P</b>
<b>I</b>	Vigilância Ambiental	0,8716	0,2221	5,056	0,0001
	CAGECE	0,6841	0,0994		
<b>II</b>	Vigilância Ambiental	0,8473	0,2089	4,480	0,0001
	CAGECE	0,7069	0,1017		
<b>III</b>	Vigilância Ambiental	0,8512	0,2083	3,219	0,002
	CAGECE	0,7366	0,0959		
<b>IV</b>	Vigilância Ambiental	0,8327	0,2283	2,839	0,006
	CAGECE	0,7273	0,0964		
<b>V</b>	Vigilância Ambiental	0,8467	0,2162	5,466	0,0001
	CAGECE	0,6867	0,0796		
<b>VI</b>	Vigilância Ambiental	0,8706	0,2084	5,194	0,0001
	CAGECE	0,7002	0,1053		
<b>TOTAL</b>	<b>Vigilância Ambiental</b>	<b>0,8532</b>	<b>0,2138</b>	<b>10,662</b>	<b>0,0001</b>
	<b>CAGECE</b>	<b>0,7079</b>	<b>0,09786</b>		

Fonte: Vigilância Ambiental de Fortaleza e CAGECE

Na tabela 3, também foi realizada a comparação por SER. O objetivo dessa análise foi verificar se a diferença nas médias de Fortaleza (0,8532 ppm de flúor segundo a Vigilância Ambiental de Fortaleza e 0,7079 ppm segundo a CAGECE) tinha correspondência com as SER ou se era um dado atribuído apenas a algumas secretarias executivas regionais. Pôde-se observar que, em todas as SER, tanto da Vigilância Ambiental como da CAGECE, repetiram-se os resultados das médias gerais, tendo o teste t de Student comprovado a diferença estatística em todas as SER de Fortaleza com p menor que 0,05.

Tabela 4 - Porcentagens de teores de flúor em Fortaleza, segundo intervalo de medidas de flúor e instituição pesquisadora. Fortaleza, 2007

<b>INTERVALO DE FLÚOR</b>	<b>VIGILÂNCIA AMBIENTAL DE FORTALEZA</b>	<b>CAGECE</b>
<b>0,33 – 0,59 ppm</b>	6,6%	8,9%
<b>0,60 – 0,80 ppm</b>	39,8%	77,4%
<b>0,81 – 1,38 ppm</b>	53,6%	13,7%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Vigilância Ambiental de Fortaleza e CAGECE

A tabela 4 mostra as porcentagens de flúor de acordo com seus intervalos de valores em Fortaleza segundo a Vigilância Ambiental e a CAGECE. Pode-se observar que, de acordo com a Vigilância Ambiental de Fortaleza, 53,6% das análises estavam acima do intervalo considerado adequado pela Portaria nº. 635, de 1975 (entre 0,6 e 0,8 ppm de flúor para temperaturas entre 26,7 e 32,5 °C) e apenas 39,8% estavam no intervalo adequado. Segundo a CAGECE, apenas 13,7% das análises estavam acima do adequado e 77,4% estavam normais. Mais uma vez, evidencia-se a existência de algum problema nos dados de uma ou das duas instituições.

Questão parecida foi observada em pesquisa realizada por Maia *et al.* (2003) em Niterói, onde as análises fornecidas pela empresa responsável pelo abastecimento de água do Município diferiram das análises realizadas pelo

pesquisador. Tal estudo, no entanto, atribuiu essa diferença às diferentes técnicas utilizadas para análise de flúor (a empresa responsável pelo abastecimento de água do Município utilizou métodos colorimétricos para determinação dos teores de flúor, ao passo que o pesquisador fez uso de métodos eletrométricos), o que não acontece em Fortaleza. Este estudo pôde concluir que o controle operacional da fluoretação da água não se mostrou suficientemente adequado no que diz respeito à manutenção de níveis ótimos de flúor na água de abastecimento público, no período de desenvolvimento da pesquisa.

Em estudo realizado no Estado do Ceará, Botto (2007) também detectou diferença nos teores de flúor encontrados em sua pesquisa e os informados pelo controle operacional das empresas que fazem a fluoretação da água de abastecimento público do Estado, sendo que em seu estudo os valores encontrados foram distantes de 0,7 ppm de flúor (valor considerado ideal de acordo com as temperaturas máximas diárias de Fortaleza) e no controle operacional os valores foram próximos a 0,7 ppm de flúor.

Agora pretende-se avaliar as etapas de análises de ambas as instituições para encontrar possíveis falhas que possam explicar a diferença nos resultados. A Vigilância Ambiental de Fortaleza apresenta um problema em sua metodologia, já mencionado na análise das entrevistas, que é o número de amostras totais de flúor analisadas.

Existe boa distribuição das amostras de água colhidas pela Vigilância Ambiental de Fortaleza, mais um número inferior de amostras totais, de acordo com a Portaria nº. 518 (foram analisadas durante o período indicado na pesquisa 28 amostras mensais de 53 que deveriam ter sido analisadas). Em segundo lugar, para fins de comparação dos resultados, o número de amostras totais analisados para a CAGECE no presente experimento foi equivalente ao número da Vigilância Ambiental de Fortaleza e, mesmo assim, deram resultados diferentes.

Para a CAGECE, também houve possíveis erros de metodologia. De acordo com a entrevista realizada com o técnico em Química da instituição, existem dois sorteios para a escolha dos pontos de análise de flúor. O primeiro realizado para selecionar os locais de coleta de água na rede de distribuição (14 por dia aproximadamente) e o segundo sorteio acontece após coletadas as amostras, no laboratório, para reduzir o número inicial de análises. Nesses sorteios, entretanto, a

seleção de amostras de água predominou em algumas das SER em detrimento de outras.

Isso é facilmente comprovado, quando se analisa a planilha de dados fornecida pela CAGECE, onde estão identificados os endereços dos locais de coleta. Com arrimo nesse documento, observou-se que, nos meses de janeiro e abril, houve predominância de análises na SER II (34% e 35% dos pontos respectivamente); em fevereiro, a predominância foi de análises da SER III (28%); em maio das SER II e VI (25,9% cada); em junho a SER IV (33,3%); e em julho uma igualdade entre as SER II, III e IV, em detrimento da SER I, com apenas 4,3% das amostras de água (todas as porcentagens em valores aproximados). Portanto, a distribuição espacial dos pontos de coleta pode ter ficado prejudicada para a CAGECE.

Essa diferença, todavia, pode não ser relevante, já que, consoante dados da Vigilância Ambiental de Fortaleza, os teores de flúor em Fortaleza são equivalentes em todas as secretarias executivas regionais. Isso é confirmado por Machado (1968) que, se referindo às fases mecânicas da fluoretação das águas, assegura: “podemos constantemente controlar o teor de flúor em qualquer ponto das canalizações”.

A coleta para análise do teor de flúor das águas de abastecimento de Fortaleza de ambas as instituições mostrou coerência com a determinação de flúor na água. Os frascos para coleta são adequados e as coletas, apesar de realizadas de forma diferente (os responsáveis pela coleta da CAGECE primeiro limpam a torneira, depois a deixam aberta por 2 a 3 minutos para que a água da tubulação saia, e só depois procedem ao engarrafamento da amostra; já a Vigilância Ambiental de Fortaleza faz apenas uma desinfecção do frasco no laboratório e três lavagens com água da torneira antes da coleta), são condizentes com o procedimento de análise de flúor (BRASIL, 1975b).

Quanto à análise das amostras propriamente dita, apesar de a literatura ter estudado a estabilidade do flúor por períodos de 6 meses e tolerar o armazenamento de água para análise de flúor dentro desse intervalo de tempo (SCHENEIDER FILHO *et al.*, 1992), a Vigilância Ambiental de Fortaleza, no período estudado, não reteve amostras armazenadas para análise posterior, o que inviabiliza a atribuição das diferenças nos dados entre a Vigilância Ambiental e a CAGECE a esse critério de estocagem.

Com efeito nota-se que não existe consenso entre os dados das instituições analisadas e não se pode determinar qual das duas instituições ou se as duas

cometeram erros, sendo necessárias novas análises apoiadas em critérios e procedimentos mais rígidos para identificar os níveis corretos de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza e estabelecer de forma definitiva os teores de flúor fornecidos à população

## 6 CONCLUSÃO

- Fortaleza apresenta uma metodologia para realização do heterocontrole bastante embasada em documentos científicos e técnicos, tanto em relação ao processo de seleção, coleta e análise das amostras de água, como de sua distribuição espacial. Apresenta, no entanto, ainda falhas inerentes ao recente desenvolvimento do procedimento de vigilância da qualidade da água, tais como coletas insuficientes de acordo com a população da Capital do Ceará;
- Segundo as análises da Vigilância Ambiental de Fortaleza, os teores de flúor das águas de abastecimento de Fortaleza estão acima do recomendado, dado comprovado estatisticamente, não apresentando diferenças quanto à distância entre os pontos de coleta e, tampouco, diferenças relacionadas às estações do ano (quentes e frias);
- Comparando-se as análises da Vigilância Ambiental de Fortaleza e da CAGECE, pôde-se observar diferença estatisticamente significativa em relação às médias das duas instituições. Tal fato pode ser atribuído a falha de metodologia de ambas;
- Não existe consenso entre os dados das instituições analisadas, sendo necessárias novas análises para identificar os níveis corretos de flúor nas águas de abastecimento de Fortaleza e estabelecer de forma definitiva os teores de flúor fornecidos à população;
- Como perspectiva de desdobramento para essa pesquisa, espera-se formar um grupo interinstitucional permanente para realização de monitoramento dos teores de flúor composto pela Secretária de Saúde e Vigilância Ambiental de Fortaleza, CAGECE e Universidade.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. S. **Avaliação da ingestão de flúor através dos diferentes componentes da dieta e da escovação por crianças de 2-3 anos residentes em área fluoretada no Brasil: impacto nos níveis de flúor nas unhas.** 2004. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Bauru, 2004.

AMARANTE, L. M.; JITOMIRSKI, F.; , AMARANTE, C. L. F. Flúor: benefícios e controvérsias dos programas de fluoretação. **Rev. Bras. Odontol.**, v. 50, n.4, p. 22-30, 1993.

BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n.1, p.170-177, jan./fev. 2006.

BATALHA, B. L. Aspectos históricos e técnicos da fluoretação das águas. **Rev. DAE**, v. 44, n. 136, p. 38-50, mar. 1984.

BLEICHER, L.; FROTA, F. H. S. Fluoretação da água: uma questão de política pública - o caso do Estado do Ceará. **Ciênc. Saúde Col.**, v.11, n.1, p. 71-78, jan./mar. 2006.

BOTTO, C. M. F. L. **Análise do teor de flúor nas águas de abastecimento público do Ceará.** Fortaleza, 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

BRASIL. Decreto-lei nº. 76.872, de 22 de dezembro de 1975. Regulamenta a Lei no. 6.050, de 24 de maio de 1974, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos de abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1975a. p. 819-820.

BRASIL. Lei nº. 8.080, 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 635, de 26 de dezembro de 1975. Aprova normas e padrões sobre fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 1975b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 mar. 2004b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Projeto SB Brasil**: Condições de Saúde Bucal da População Brasileira 2002-2003: resultados principais. Brasília, DF, 2004c. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/html/pt/pub\\_assunto/saude\\_bucal.html](http://bvsms.saude.gov.br/html/pt/pub_assunto/saude_bucal.html)>. Acesso em: 24 out. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Relatório Situacional dos LACEN 2005**. Pesquisa elaborada pela Gerência Geral de Laboratórios de Saúde Pública. Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Brasil Sorridente—sub-componente fluoretação das águas**: manual de orientações técnicas para elaboração e apresentação de propostas e projetos técnicos de fluoretação de sistemas públicos de abastecimento de água. Brasília, 2004a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Levantamento da situação da fluoretação das águas de abastecimento público**, Brasília, 1996. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sps/areastecnicas/bucal/home>>. Acesso em: 2 set. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comitê técnico-científico de saúde bucal. Parecer técnico. Estabelece o posicionamento técnico-científico sobre o método de fluoretação da água de abastecimento público. Brasília, DF, 24 ago. 1999a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Área Técnica de Saúde Bucal. **Fluoretação da água de consumo público no Brasil**, Brasília, DF, 1999b. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/programas/bucal/inicial.htm>>; acesso em: 2 set. 2007.

BUENDIA, O. C. **Fluoretação de águas**: manual de orientação prática. 1. ed. São Paulo: American Med, 1996.

\_\_\_\_\_. **Fluoretação de águas**: manual de orientação prática. 2. ed. São Paulo: American Med, 1998.

CALVO, M. C. M. **Situação da fluoretação de águas de abastecimento público no estado de São Paulo - Brasil**. 1996. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Departamento de Prática de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CATANI, D. B.; AMARAL, R. C.; OLIVEIRA, C.; SOUZA, M. L. R.; CURY, J. A. Dez anos de acompanhamento do heterocontrole da fluoretação da água feita por municípios brasileiros, Brasil, 1996-2006. **Rev. Gaúcha Odontol.**, v. 56, n. 2, p. 151-155, abr./ jun. 2008.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ. **Controle de Qualidade da água fornecida ao cliente**. Fortaleza, 2007a. Disponível em: <<http://www.cagece.com.br/informacoestecnicas/agua/controlaqualidade/>>. Acesso em: 2 set. 2008.

\_\_\_\_\_. **Determinação de fluoreto em águas pelo método eletrodo íon-seletivo**: procedimento operacional. Fortaleza, 2007b.

COSTA, D.D.; PAGANINI, F.; FAVERO, G.; KOZLOWSKI JUNIOR, V.A. Análise do teor de flúor em água fervida. *In*: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., 2002, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2002.

CURY, J. A. Uso do Flúor. *In*: \_\_\_\_\_ **Procedimentos preventivos e restauradores**. 1. ed. Rio de Janeiro : Santos, 1989. p. 43-67.

ELY, H. C.; SILVA, J. C.; SILVEIRA, L. T.; LINDEN, A. R. Heterocontrole do Programa de Fluoretação de águas no Rio Grande do Sul: a situação no ano de 2002. **Bol. Saúde**, v. 16, n. 2, p. 52-69, 2002.

FERREIRA, R. A. Driblando a cárie. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 8-19, jan./fev. 1996.

FORTALEZA. Secretaria Municipal de Saúde. **SB Fortaleza-2006-2007**: dados preliminares. Fortaleza, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Vigilância Ambiental Não Biológica**. Fortaleza, 2007b. Disponível em: <[http://www.sms.fortaleza.ce.gov.br/SMS\\_V2/vigilancia\\_ambientalnãobiologica.asp](http://www.sms.fortaleza.ce.gov.br/SMS_V2/vigilancia_ambientalnãobiologica.asp)> 6/7/2007. Acesso em: 2 set. 2008.

FRANCO, N. G.; CARNEIRO, F. F. Vigilância ambiental em saúde no Brasil. **Ciênc. Amb.**, v. 25, p. 47-58, 2002.

GAMA GASES. Gases Especiais. Propriedade dos gases. Flúor. Revisão 4, 20/12/2007. Disponível em: <[http://www.gamagases.com.br/propriedades\\_fluor.htm](http://www.gamagases.com.br/propriedades_fluor.htm)>. Acesso em: 10 set. 2008.

GUEDES-PINTO, A. C. **Flúor-uso interno**. 6. ed. São Paulo: Ed. Santos, 1997.

HEIFETZ, S. B.; HOROWITZ, H. S. The amounts of fluoride in current therapies: safety considerations for children. **J. Dent. Child.**, v. 51, p. 723-727, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da População 2007**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em :< [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem\\_final/tabela1\\_1\\_10.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_10.pdf)>. Acesso em: 2 ago. 2008.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2008.

JICK, T. D. Mixing qualitative and quantitative methods: triangulation in action. **Adm. Sci. Quarterly**, v. 24, n.4, p. 602-611, Dec. 1979.

KOZLOWSKI, F. C.; PEREIRA, A. C. Métodos de utilização de flúor sistêmico. *In*: \_\_\_\_\_. **Odontologia em saúde coletiva**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2003. p. 265-274.

LIMA, F. G.; LUND, R. G.; JUSTINO, L. M.; DEMARCO, F. F.; Del PINO, F. A. B.; FERREIRA, R. Vinte e quatro meses de heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 422-429, mar./abr. 2004.

LIMA, Y. B.O.; CURY, J.A. Ingestão de flúor por crianças pela água e dentifrício. **Rev. Saúde Pública**, v. 35, n. 6, p. 576-581, dez. 2001

LUZ, A. S.; NUTO, S. A. S.; VIEIRA, A. P. G. F. Vigilância Sanitária das águas de abastecimento Público no Município de Fortaleza- Ce. *In: \_\_\_\_\_*. **Conhecimento e poder em saúde**: cultura acadêmica de prática clínica e social aplicada. Fortaleza: Pós-graduação/DEN/UFC, 1998.

MACHADO, O. de O. Problemas de Controle Operacional: Classificação e apreciação das objeções levantadas contra a fluoretação. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA SANITÁRIA*, 1.,1968, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n], 1968.

MAIA, L. C.; VALENÇA, A. M. G.; SOARES, E. L.; CURY, J. A. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 61-67, jan./fev. 2003.

MAIER, F. J. **Fluoración del agua potable**. México: Limusa-Weley, 1975.

MAIER, F. J. Fluoridation of a Public water supplies: point of application. *In: \_\_\_\_\_*. **Fluride drinking water**, Bethesda: National institute of Dental Reserarch, 1962.

MARON, A. S. Comparação entre dois métodos para análise de flúor na água de abastecimento público de Pelotas-RS. *In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 15.; *ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPE*, 8., 2006, Pelotas. **Anais...** Recife: UFPE, 2006.

MINAS GERAIS. Governo do Estado. Companhia de Saneamento. **Água de qualidade**: tratamento da água. Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=98>>. Acesso em: 2 set. 2008.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. ?, jul./set. 1993.

MOYSÉS, S. J. Fluorose dental: ficção epidemiologica? **Rev. Panam. Salud Publica**, v. 12, n. 5, p. 134-142, 2002.

MOSS, S. J. **Crescendo sem Cárie**. São Paulo: Quintessence, 1996.

MURRAY, J. J. **O Uso correto de fluoretos na saúde pública**. São Paulo: Santos, 1992.

NARVAI, P. C. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. **Ciênc. Saúde Col.**, v. 5, n. 2, p. 381-392, 2000.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Cad. Pesq. Adm.**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NEWBRUN, E. **Cariologia**. 2.ª ed. São Paulo: Santos, 1988.

OLIVEIRA, C. M. B. de. **Fluoretação da água de abastecimento público de Belo Horizonte**: limites no benefício deste método preventivo. São Paulo: Santos, 1994a.

OLIVEIRA, C. M. B. de. Avaliação da Fluoretação da Água de Abastecimento Público de Belo Horizonte, MG, Após 18 Anos. **Rev. CROMG**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 54-61, ago./dez. 1994b.

OLIVEIRA, M. R. Q. **A história da fluoretação das águas de abastecimento público no Brasil**: o caso do Distrito Federal. 1997. 188 f. Monografia (Especialização) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

PACE, R. Flúor, uma arma eficaz contra a cárie. **Rev. Pau-Brasil**, p. 64-73, set./out. 1985.

PERA, A. Técnica de abastecimento e tratamento de água. *In*: \_\_\_\_\_. **Fluoretação das águas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974. v. 2, cap. 28, p. 987-996.

PEREIRA, A. C. **Odontologia em saúde coletiva**: planejando ações e promovendo saúde. Porto Alegre: Artmed, 2003.

PINTO, V. G. **Saúde bucal**: odontologia social e preventiva. 3.ª ed. São Paulo: Santos, 1992.

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. R. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinquenta anos no Brasil. **Ciênc. Saúde Col.**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413)>. Acesso em: 10 out. 2008.

RAMIRES, I.; MAIA, L. P.; RIGOLIZZO, D. S.; LAURIS, J. R. P.; BUZALAF, M. A. R. Controle da fluoretação da água de abastecimento público em Bauru, SP, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v.40, n.5, p. 883-889, out. 2006.

ROCHA, D.; DEUSDARA, B. Análise de conteúdo e análise do discurso: aproximações e afastamentos na (re)construção de uma trajetória. **Alea**, v. 7, n. 2, p. 305-322, jul./dez. 2005.

ROJAS-SANCHEZ, F. K. S. A.; DRAKE, K. M.; ECKERT, G. J. Fluoride intake from foods, beverages and dentifrice by young children in communities with negligible and optimally fluoridated water: a pilot study. **Community Dent. Oral Epidemiol.**, v. 27, p. 288-297, 1999.

ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. de. **Epidemiologia & Saúde**. 6. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2005.

SALIBA, N. A.; VIEIRA, S. M.M.; REY, C. R. *et al.* Prevalência da cárie dentária, após cinco anos de fluoretação das águas do sistema público de abastecimento, em escolares de Araçatuba. **Rev. Odontol. Mod.**, v. 8, n. 3, p. 6-8, 1981.

SCHNEIDER FILHO, D. A.; PRADO, I. T.; NARVAI, P. C. *et al.* **Fluoretação da água**: como fazer a vigilância sanitária? Rio de Janeiro: Rede Cedros, 1992. (Série Cadernos de Saúde Bucal 2).

SILVA, F. S. J. F. B.; MOIMAZ, S. A. S.; GARBIN, C. A. S.; SALIBA, N. A.; WERNER, C. W. A. Heterocontrole do teor de flúor na água de Abastecimento público do município de Lins/SP. **Rev. Fac. Odontol. Lins**, Lins, v. 16, n. 1, p. 22-28, 2004.

SILVA, J. S. da; VAL, C. M. do; COSTA, J. N.; MOURA, M. S.; SILVA, T. A. E.; SAMPAIO, F. C. Heterocontrole da fluoretação das águas em três cidades no Piauí, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 23, n. 5, p.1083-1088, maio 2007.

SILVA, M. F. A. Flúor Sistêmico: aspectos básicos, toxicológicos e clínicos. *In*: \_\_\_\_\_. **Promoção de saúde bucal**. São Paulo: Artes Médicas, 1997. v. 1, p. 142-165.

TABELA periódica online: Não-metais: Elemento Químico: Flúor. 2008. Disponível em: <[http://www.tabela.oxigenio.com/nao\\_metais/elemento\\_quimico\\_fluor.htm](http://www.tabela.oxigenio.com/nao_metais/elemento_quimico_fluor.htm)>. Acesso em: 2 jul. 2008.

TOASSI, R. F. C.; KUHNE, M.; CISLAGHI, G. A.; BERNARDO, J. R. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público de Lages, Santa Catarina, Brasil. **Ciênc. Saúde Col.**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 727-732, jun. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.org>/ >. Acesso em: 3 dez. 2007.

VIEGAS, A. R. Fluoretação da água de abastecimento público. **Rev. Bras. Med.**, v. 46, n. 6, p. 209-216, 1989.

VIEGAS, A. R.; VIEGAS, I.; FERNANDEZ, R. A. C.; ROSA, A. G. F. Fluoretação da água de abastecimento público. **Rev. Fac. Odontol. Lins**, v. 16, n. 1, p. 22-28, 2004.

WAMBIER, D. S.; PINTO, M. H. B.; KLOTH, A. E.; VETORAZZI, M. L.. Análise do teor de flúor nas águas de abastecimento Público de Ponta Grossa- PR: Dez meses de Heterocontrole. **Publi. UEPG Ci. Biol. Saúde**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1/2, p. 65-72, mar./jun. 2007.

WEYNE, S. de C. A Construção do Paradigma de Promoção de Saúde : um Desafio para as Novas Gerações. *In*: \_\_\_\_\_. **Promoção de saúde bucal**. São Paulo : Artes Médicas, 1997.

WERNECK, M. A. F. **A Saúde bucal no SUS**: uma perspectiva de mudança. 1994. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1994.

WILDEMUTH, B.M. Post-positivist research: two examples of methodological pluralism. **Library Quarterly**, n. 63, p.450-468, 1993.

ZANETTI, C. H. G. **As marcas do mal-estar social no sistema nacional de saúde**: o caso das políticas de saúde bucal no Brasil dos anos 80. 294 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1993.



## APÊNDICES

## APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTAS

1. Qual o objetivo das análise de teores de flúor.
2. Qual o número de amostras coletadas? Por que.
3. Como se deu a escolha dos locais de coleta? Por que.
4. Quem realiza as coletas?
5. Como é feita a coleta das amostras?
6. Em que dias e horários são realizadas as coletas? Por que.
7. Onde é realizada a análise das amostras? Por que
8. Quem são os responsáveis pela análise?
9. Qual o método utilizado nas análises?
10. Que equipamentos são utilizados?
11. Fale sobre a sensibilidade do método utilizado em comparação aos demais métodos?
12. Existe um tempo mínimo para o armazenamento das amostras antes de ser realizada a análise? Em que esse tempo pode alterar o resultado?

**APÊNDICE B - TESTE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV Z, SEGUNDO  
SECRETARIA EXECUTIVA REGIONAL (SER) DE FORTALEZA**

<b>SER</b>	<b>Teste Kolmogorov-Smirnov Z</b>	<b>P</b>
<b>I</b>	0,961	0,314
<b>II</b>	0,562	0,911
<b>III</b>	0,504	0,962
<b>IV</b>	0,943	0,336
<b>V</b>	0,662	0,773
<b>VI</b>	0,507	0,959

## APÊNDICE C - TERMO DE FIEL DEPOSITÁRIO

A Célula de Vigilância Sanitária e Ambiental de Fortaleza.  
 A Instituição: Secretaria de Saúde de Fortaleza  
 Estabelecida: Av. Imperador, 762 – Centro / Fortaleza – Ceará

Esta sendo desenvolvida uma pesquisa sobre o heterocontrole dos teores de flúor realizado pelo município de Fortaleza no estado do Ceará, Brasil. Neste estudo pretende-se estabelecer e avaliar a metodologia utilizada pela prefeitura de Fortaleza para a realização do heterocontrole, identificar e analisar as dificuldades, os problemas e as falhas na execução do heterocontrole do município de Fortaleza, estabelecer e monitorar o teor de flúor nas águas de abastecimento, baseado no heterocontrole realizado pelo município de Fortaleza, verificando a existência de subdosagem ou superdosagem e relacionar os resultados encontrados no heterocontrole realizado pelo município de Fortaleza com os dados do controle operacional realizado pela empresa responsável pelo tratamento de água do Ceará (CAGECE).

Assim venho através desta solicitar a autorização para coletar dados para o referido estudo em documentos técnicos específicos referentes à vigilância sanitária do flúor no município de Fortaleza, referente ao período de fevereiro de 2006 a fevereiro de 2007.

Esclareço que:

- as informações coletadas nos documentos somente serão utilizadas para os objetivos da pesquisa;

Em caso de esclarecimento entrar em contato com o pesquisador responsável:

Nome: Valquiria Vieira Camurça

Endereço: Av. Francisco Sá, 3572 bl. G aptº 203

Telefone: ( 085) 32363607 ou 88120883

Assumo perante a Secretaria de Saúde de Fortaleza e a Prefeitura Municipal de Fortaleza total responsabilidade pelo termo.

Fortaleza, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do representante legal

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do pesquisador

## APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO

Meu nome é Valquiria Vieira Camurça e estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada: **HETEROCONTROLE DOS TEORES DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE FORTALEZA, CEARÁ**, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Eneide Leitão. O referido estudo tem como objetivos estabelecer e avaliar a metodologia utilizada pela Prefeitura de Fortaleza para a realização do heterocontrole, identificar e analisar as dificuldades, os problemas e as falhas na execução do heterocontrole do município de Fortaleza, estabelecer e monitorar o teor de flúor nas águas de abastecimento, baseado no heterocontrole realizado pelo município de Fortaleza, relacionar os resultados encontrados no heterocontrole realizado pelo município de Fortaleza com os dados do controle operacional realizado pela empresa responsável pelo tratamento de água do Ceará.

Assim gostaríamos de solicitar permissão para lhe incluir no estudo. Sua participação ocorrerá através de uma entrevista que será gravada, onde serão esclarecidas questões sobre o processo de seleção, coleta e análise das amostras de água, além do número de amostras totais e distribuição espacial das mesmas com o objetivo de compreender a função e dimensão do heterocontrole e também apontar falhas e problemas que poderão ser corrigidas em análises posteriores, contribuindo de forma efetiva com a saúde da população de Fortaleza. Informamos que a pesquisa não acarretará nenhum risco ou malefício a Vs. Senhora. Asseguro-lhe, também, que sua identificação será mantida em segredo, as informações obtidas serão usadas para fins científicos e que a qualquer momento do decorrer da pesquisa poderá retirar seu consentimento. Qualquer dúvida ou esclarecimento sobre a pesquisa ou sobre o destino dos dados entrar em contato com o pesquisador responsável através dos telefones 23363607; 88120883 ou ainda com Comitê de Ética em Pesquisa da UFC 33668338.

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_,  
Declaro que tomei conhecimento do estudo acima mencionado, tendo sido devidamente esclarecido(a) de sua finalidade e das condições de minha participação, assim como dos aspectos legais, concordo em particular.

Fortaleza-CE, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante da pesquisa

\_\_\_\_\_  
Testemunha

**ANEXOS**

## ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Universidade Federal do Ceará  
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. Nº 682/07

Fortaleza, 24 de agosto de 2007

**Protocolo COMEPE nº 190/ 07**

**Pesquisador responsável:** Valquíria Vieira Camurça

**Deptº./Serviço:** Secretaria de Saúde de Fortaleza

**Título do Projeto:** “Heterocontrole das concentrações de flúor nas águas de abastecimento público de Fortaleza-Ceará”

Levamos ao conhecimento de V.Sª. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e complementares, aprovou o projeto supracitado na reunião do dia 23 de agosto de 2007.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório parcial e final do referido projeto.

Atenciosamente,

Dra. Mirian Parente Monteiro  
Coordenadora Adjunta do Comitê  
de Ética em Pesquisa  
COMEPE/UFC