



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

**CLÁUDIA MARIA FROTA LIMA BOTTO**

**ANÁLISE DO TEOR DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO**  
**PÚBLICO DO CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CLÁUDIA MARIA FROTA LIMA BOTTO

ANÁLISE DO TEOR DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO  
DO CEARÁ

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Odontologia.

Orientação: Profa. Dra. Léa Maria Bezerra de Menezes

FORTALEZA

2007

Dedico esta dissertação:

A Deus, por estar sempre presente em minha vida.

Aos meus pais, por tudo o que sou.

Ao meu marido Márcio, pelo exemplo de dedicação, pelo amor e pela presença  
constante em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

À Dra Léa Maria Bezerra de Menezes, minha orientadora, pelas inúmeras sugestões, críticas e observações realizadas durante todo o processo de construção deste trabalho.

A toda a equipe que compõe o Núcleo de Saúde Bucal da Secretaria da Saúde do Estado do Ceará, Ivan Júnior, Augusta, Fátima, Lúcia, Leonisia e Eliane, pelo suporte, apoio e compreensão durante a fase de coleta dos dados da pesquisa.

Ao Laboratório Central de Saúde Pública de Fortaleza, pela realização de análises laboratoriais.

Aos coordenadores de saúde bucal e agentes da vigilância sanitária dos municípios, que se disponibilizaram em participar da pesquisa realizando as coletas das amostras de água em seus municípios.

Aos operadores das estações de tratamento de água, pela sua imensurável contribuição na participação na pesquisa.

Aos professores do Mestrado, pela transmissão de conhecimentos e ensinamentos, fundamentais ao meu crescimento profissional durante o curso.

À Professora Eneide, pela sugestão do tema e incentivo e apoio constante para a realização desta pesquisa.

Ao professor Jaime Cury, pela assessoria fornecida durante a pesquisa.

Aos funcionários da UFC, Lúcia e Germano, pela disposição em ajudar.

Ao meu marido Márcio Pessoa Botto, pelo dedicado apoio e pela ajuda imprescindível na organização e processamento das análises estatísticas.

Ao meu pai José Gomes e minha mãe Francisca Maria pelo carinho, empenho e dedicação em me proporcionar uma boa educação e formação, a quem reafirmo toda minha gratidão.

À minha irmã Livia pela amizade, compreensão e palavras de incentivo em todas as horas.

Ao meu irmão Fábio e à minha cunhada Bruna, pela alegria me fornecida com o nascimento de minha sobrinha Luana.

Aos meus familiares João Marcos Tavares Botto, Maria Dina Pessoa Botto e Marcos Pessoa Botto, pelo apoio, incentivo e carinho.

Aos meus colegas de Mestrado, Alessandra, Ana Catarina, Dijane, Fábio, Nina, Cláudio, Mylena, Nonato, Rebecca, Rosana, Rosane, Suyane, Valeska e Valquíria, pela amizade e companheirismo durante todo o curso.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, Virgínia Bastos, Cibelly Melo, Sandra Roberta e Pedro Rocha.

À minha atendente Antônia Márcia Rodrigues Faria.

A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

## RESUMO

A verificação dos teores de flúor na água de consumo se faz necessária inclusive em localidades onde não há sistemas para a fluoretação das águas, visto que o flúor pode estar presente nos mananciais de água. Este estudo teve como objetivos: verificar o teor de flúor nas águas de abastecimento público do Ceará, identificar uma possível diferença nos teores de flúor das duas amostras coletadas no mesmo município, conhecer o processo de fluoretação das águas dos municípios que fazem uso desse método e comparar o teor de flúor informado pelo controle operacional das estações de tratamento com os encontrados neste estudo dos municípios que realizam a fluoretação das águas. Esta pesquisa foi realizada em duas fases. Na fase 1 foram coletadas duas amostras de água de cada município e na fase 2 foram enviados questionários aos operadores das estações de tratamento de água dos municípios, que realizavam a fluoretação das águas de abastecimento público. Dos 184 municípios do Estado do Ceará, 173 tiveram suas águas analisadas, totalizando um percentual de 94% do universo total. Para cada município, foram coletadas duas amostras de água: uma da estação de tratamento de água e a outra de uma torneira localizada no centro da cidade. As análises foram realizadas no Laboratório Central de Saúde Pública de Fortaleza, com utilização do método eletrométrico, através de um potenciômetro (*Mettler Toledo DL50 Graphix*) e um eletrodo específico para os íons flúor (*Mettler Toledo DX219 F*) com metodologia preconizada pelo “*Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater*”. O envio dos questionários aos operadores das estações de tratamento de água ocorreu através dos correios. As perguntas obtinham informações a respeito do processo de fluoretação das águas, como por exemplo: ano de início de implantação do método, instituição que realiza, tipo de sal fluoretante, frequência e método do monitoramento, entre outros. Todos os 28 municípios que realizavam a fluoretação das águas no Estado do Ceará participaram desta fase da pesquisa. Para a comparação entre as duas amostras coletadas nos 173 municípios utilizou-se o teste estatístico de Wilcoxon, e para a comparação dos teores de flúor informado pelos operadores das estações de tratamento e o encontrado nesta pesquisa aplicou-se o teste t de Student. Os resultados indicaram não haver diferença significativa dos teores de flúor das amostras coletadas nas estações de tratamento e no centro da cidade ( $p > 0,05$ ). Dos 173 municípios analisados, 160 apresentaram, no centro da cidade, teores de flúor abaixo de 0,6ppm. Apenas 12 possuíam concentrações de flúor entre 0,6 e 0,8ppm, e um município apresentou teor acima de 0,8ppm de flúor. Em relação ao processo de fluoretação das águas, 60,7% dos municípios são operados pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará, o composto fluoretante em 100% dos municípios é o fluossilicato de sódio, 67,9% dos municípios utilizam o método colorimétrico para a análise do teor de flúor e a frequência deste controle é a cada duas horas em 71,4%. Os teores de flúor encontrados nas estações de tratamento de água, que fazem a fluoretação, apresentaram diferenças significantes dos teores de flúor informados pelo controle operacional dessas estações de tratamento ( $p < 0,05$ ). Com os resultados obtidos, pode-se concluir que a maioria dos municípios cearenses (86,9%) possui teores de flúor abaixo de 0,6ppm.

**Palavras-chave:** flúor, fluoretação das águas, saúde bucal, vigilância sanitária.

## ABSTRACT

The verification of fluorine in water consumption is also necessary in location where there are no public water fluoridation systems, due to the fact that fluorine can be present in water resources. The objectives of this research were: to verify fluorine concentration in public water supply at Ceará, to identify a possible difference in fluorine concentration of two samples of water collected in the city, to know the process of water fluoridation in cities and to compare the fluorine concentration informed by the control operator of water treatment with the results of this study in the cities that accomplished public water fluoridation. This research was accomplished in two phases. In the first phase, two samples of water from each city were collected and in the second phase, questionnaires were sent to the operator of the water treatment plant that realized fluoridation. Out of 184 cities of Ceará, 173 had their water analyzed, completing 94% of total universe. For each city, two samples of water were analyzed: one of the treatment plant and another from a tap located in downtown. The analyzes were realized at the Central Laboratory of Public Health of Fortaleza, using the electronic method, through a potentiometer (Mettler Toledo DL50 Graphix) and a specific electrode for fluoride ions (Mettler Toledo DX 219 F-) those methods are extolled by the "Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater". The questionnaires to the operators were sent by the post office. The questions were about the process of water fluoridation, such as: year of implementation, institution that realized it, type-of salt used in the process, frequency, control operational method, among others. All of 28 cities that accomplished water fluoridation in the State of Ceará participated in the second phase of the research. To compare statistically the two samples collected in the 173 cities, Wilcoxon test was used and to compare fluorine concentrations informed by the operator and those concentrations found in this research, Student test was used. The results showed that there are no significant difference between the samples of water collected at the water treatment plant and those collected from a tap in downtown ( $p > 0,05$ ). Out of 173 cities, 160 presented their water collected in downtown with fluorine concentration below 0,6ppm. Only 12 cities showed fluorine concentration between 0,6 and 0,8ppm, and one city presented concentration above 0,8ppm of fluorine. About water fluoridation process, 60,7% of the cities are operated by the Sewer and Water Company of Ceará, the salt used for fluoridation in 100,0% of the cities is fluosilicate of sodium, 67,9% of the cities use the colorimeter method to analyze the fluorine concentration and the frequency of control is every two hours in 71,4% of the cities. The fluorine concentration found in the water treatment plant exhibited significant difference comparing to the concentrations informed by the operational control workers ( $p < 0,05$ ). Based on these results, it can be concluded that in most of the cities of Ceará (86,9%), the population drink water with fluorine concentration below 0,6ppm.

**Key words:** fluorine, fluoridation, oral health, health surveillance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa dos domicílios do Ceará sem abastecimento de água por rede geral.....	36
Figura 2 - Frascos de polietileno de 200mL utilizados para a coleta das amostras de água, Ceará, 2007.....	40
Figura 3 - Frascos rotulados com indicação do município e local onde deveriam ser realizadas as coletas, Ceará, 2007.....	41
Figura 4 - Fluxograma da Pesquisa, Ceará, 2007.....	42
Figura 5 - Percentual dos municípios cearenses, segundo o teor de flúor em ppm da amostra 1, coletada na ETA, Ceará, 2007.....	48
Figura 6 - Percentual dos municípios cearenses, segundo o teor de flúor em ppm da amostra 2, coletada no centro da cidade, Ceará, 2007.....	49
Figura 7 - Distribuição espacial dos níveis de flúor dos municípios cearenses, encontrados na amostra 2, Ceará, 2007.....	51
Figura 8 - Distribuição espacial dos municípios cearenses, segundo a situação da fluoretação das águas, Ceará, 2007.....	56
Figura 9 - Percentual de municípios, que realizam a fluoretação das águas, segundo o período de implantação do método, Ceará, 2007.....	58
Figura 10 - Percentual de municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo o tipo de reservatório de água após o processo final de tratamento, Ceará, 2007.....	59
Figura 11 - Percentual dos municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo a frequência do controle operacional realizado nas ETAs, Ceará, 2007.....	60
Figura 12 - Percentual de municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo o método de análise do teor de flúor utilizado no controle operacional das ETAs, Ceará, 2007.....	61
Figura 13 - Teste estatístico t de Student comparando o teor de flúor informado pelo controle operacional e o teor de flúor encontrado na amostra 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas, Ceará, 2007.....	64
Figura 14 - Teste estatístico t de Student comparando o teor de 0,7 ppm de flúor e os teores informados pelo controle operacional das ETAs, Ceará, 2007.....	65



Figura 15 - Teste estatístico t de Student comparando o teor de 0,7 ppm e os teores encontrados nas amostras 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas, Ceará, 2007. .... 66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma das atividades desenvolvidas nas fases 1 e 2 da pesquisa, Ceará, 2007..	46
Tabela 2 - Número e percentual dos municípios e população cearense, segundo o teor de flúor encontrado na amostra 2, Ceará, 2007.....	49
Tabela 3 - Número e percentual de municípios do Ceará, segundo a instituição abastecedora e situação da fluoretação, Ceará, 2007.....	53
Tabela 4 - Relação dos municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo a instituição abastecedora, ETA, número de domicílios abastecidos pela ETA e número e percentual da população cearense, Ceará, 2007.....	55
Tabela 5 - Número de municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo o teor de flúor informado pelo controle operacional da ETA e o encontrado na amostra 1 desta pesquisa. ....	62

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ADA - *American Dental Association*

BNH - Banco Nacional de Habitação

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará

ceod - dentes decíduos cariados, perdidos e obturados

CERES - Célula Regional de Saúde

CPOD - número de dentes cariados, perdidos e obturados

DCL - Dose Certamente Letal

DPL - Dose Provavelmente Tóxica

ETA - Estação de Tratamento de Água

FDI - Federação Dentária Internacional

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GECOF - Grupos de controle de Fluoretação

IADR - Associação Internacional de Pesquisa em Odontologia

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Inan - Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição

LACEN - Laboratório Central de Saúde Pública

OMS - Organização Mundial de Saúde

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde

pH - Potencial Hidrogênico

ppb - partes por bilhão

ppm - partes por milhão

SAAE - Serviço Autônomo de água e Esgoto

SAAEBS - Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto de Brejo Santo

SAAEC - Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato

SAAEJ - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jardim

SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto

SESP - Serviço Especial de Saúde Pública

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática

## LISTA DE SÍMBOLOS

F<sup>-</sup> - íon fluoreto

HF - ácido fluorídrico

NaF - fluoreto de sódio

Kg - quilograma

F/Kg. - flúor por quilograma

Mg - miligrama

R\$ - real

°C - graus centígrados

# SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	10
LISTA DE SÍMBOLOS .....	11
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo geral .....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	18
3.1. Aspectos gerais sobre o flúor.....	18
3.1.1. Mecanismos de ação do flúor .....	18
3.1.2. Metabolismo do flúor .....	19
3.1.3. Toxicidade .....	20
3.1.3.1. Toxicidade aguda.....	20
3.1.3.2. Toxicidade crônica .....	21
3.2. Flúor nas águas de abastecimento .....	23
3.2.1. Histórico .....	23
3.2.2. Métodos de análise do teor de flúor na água .....	24
3.2.3. Fluoretação das águas e a saúde bucal.....	25
3.3. Fluoretação das águas no Brasil .....	27
3.3.1. Políticas públicas nacionais .....	28
3.3.2. Benefícios da fluoretação das águas no Brasil .....	31
3.3.3. Flúor nas águas do Ceará.....	35
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1. Tipo de estudo .....	39
4.2. Comitê de Ética .....	39
4.3. Fase 1 - Coleta e análise das amostras de água dos municípios.....	39
4.3.1. Amostra do estudo.....	40
4.3.2. Material.....	40
4.3.3. Logística da realização da pesquisa.....	41
4.3.4. Coleta e envio das amostras de água .....	42
4.3.5. Análise da água.....	43
4.3.6. Análise estatística .....	43
4.4. Fase 2 - Aplicação do questionário aos operadores das ETAs, que realizam fluoretação das águas.....	44
4.4.1. Amostra do estudo .....	44
4.4.2. Conhecimento da amostra .....	44
4.4.3. Instrumento de trabalho.....	45
4.4.4. Envio dos questionários.....	45
4.4.5. Análise estatística .....	46

4.5. Cronograma das atividades desenvolvidas nas Fases 1 e 2 da pesquisa. ....	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
5.1. Fase 1 .....	47
5.2. Fase 2 .....	53
6. CONCLUSÕES .....	69
REFERÊNCIAS .....	70
APÊNDICE .....	80
APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido. ....	81
APÊNDICE B - Protocolo para a coleta das amostras de água para análise do teor de flúor. ....	82
APÊNDICE C - Questionário enviado às ETAs que fluoretavam as águas de abastecimento. ....	83
APÊNDICE D - Relação das instituições abastecedoras de água dos municípios do Ceará e presença da fluoretação das águas. ....	84
APÊNDICE E - Teor de flúor nas amostras 1 e 2 dos municípios do Ceará. ....	89
APÊNDICE F - Teste de normalidade (Kolmogorov-Sminov) aplicado nos dados da Fase 1. ....	94
APÊNDICE G - Teste de Wilcoxon aplicado nos dados da Fase 1. ....	95
APÊNDICE H - Teste de normalidade (Kolmogorov-Sminov) aplicado nos dados da Fase 2. ...	96
APÊNDICE I - Teste de t de Student aplicado nos dados da Fase 2. ....	97
ANEXO .....	99
ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética em pesquisa. ....	100

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a Odontologia tem passado por grandes mudanças relacionadas ao entendimento do processo saúde-doença, assumindo assim novas posturas preventivas em relação à cárie dental. Nas últimas décadas do século 20, a medida de maior impacto referente ao controle do desenvolvimento dessa doença foi o uso de flúor (CURY, 2001).

Em saúde pública, de acordo com dados da Organização Mundial da Saúde, a fluoretação das águas de abastecimento público tem sido uma das principais medidas envolvidas na redução dos índices de cárie em todo o mundo (WHO, 1994). Lima *et al.* (2004) afirmam que a fluoretação da água é efetiva na prevenção da cárie dental e continua sendo a medida de maior alcance populacional, bem como a melhor forma de garantir uma igualdade social em termos de saúde odontológica. Para Frias *et al.* (2006), esse método é uma das medidas mais amplas de promoção de saúde na área de saúde bucal, pois associa ao benefício da água tratada o seu impacto epidemiológico na redução da prevalência e severidade da cárie dentária.

Dessa forma, este método tem sido reconhecido, principalmente em saúde pública, o mais próximo do ideal para a prevenção da cárie dental. Seus benefícios podem transcender todas as raças, etnias e diferenças socioeconômicas e religiosas (RIPA, 1993). Considera-se, então, este o fator de maior responsabilidade pelo declínio da cárie dentária durante a segunda metade do século XX, inclusive, apresentando a melhor relação custo-benefício de todos os métodos preventivos nesse âmbito (MARTHALER, 2003).

Entretanto, ainda que sejam conhecidos os benefícios da adição do flúor às águas como medida de promoção de saúde e prevenção da cárie dental, muitas são as cidades brasileiras que não dispõem desse processo ou não possuem uma política de vigilância sanitária que controle de forma satisfatória a sua execução (CALVO, 1996). Visto que o principal objetivo da utilização de flúor é maximizar seus benefícios, minimizando seus riscos, a existência de mecanismos que viabilizem sua adequada concentração na água torna-se indispensável para que a medida exerça o maior impacto possível na prevenção e controle da cárie, sem aumentar a prevalência de fluorose dental (CLARKSON *et al.*, 2000).

Para que haja uma redução da cárie dentária é necessária a continuidade da fluoretação, uma vez que a ação do flúor ocorre constantemente na cavidade bucal interferindo nos processos de desmineralização e remineralização (RIPA, 1993).

Nesta linha de raciocínio, a criação de mecanismos que controlem a concentração de flúor é fundamental para a melhoria da qualidade da água a ser fornecida à população, sendo, portanto, indispensável a ação correta da empresa responsável pelo seu tratamento e fluoretação (CURY, 2001). Além disso, a adição do flúor nas estações de tratamento, numa concentração mais baixa que a recomendável, implica em desperdício financeiro e não efetiva prevenção contra a doença cárie. Da mesma forma, a adição em elevadas concentrações pode resultar em fluorose (RAMIRES; BUZALAF, 2007).

No Brasil, há uma certa dificuldade na manutenção do monitoramento dos níveis ótimos de flúor na água através do heterocontrole. A maioria dos trabalhos que acompanham a dosagem do nível ótimo de flúor nos municípios brasileiros descreve uma irregularidade desses níveis, o que dificulta a avaliação do efeito protetor à cárie dental e o risco à fluorose dental (NARVAI, 2000).

A verificação dos teores de flúor na água de consumo faz-se necessária inclusive nas localidades onde não há sistemas para a fluoretação das águas, visto que o flúor pode estar presente nos mananciais de água. Segundo Cangussu *et al.* (2002), as formas mais brandas da fluorose dental são comuns em áreas com sistema de fluoretação de água de abastecimento público e as formas mais severas são observadas em locais com alto teor de flúor nos mananciais de água.

No Brasil, a Fundação Serviços de Saúde Pública (FSESP) implantou o primeiro sistema de fluoretação de águas na cidade de Baixo Guandu, Espírito Santo, em 1953, mas foi em 24 de maio de 1974 que a Lei Federal N° 6.050 foi criada e, em 1975, foi regulamentada pelo Decreto N° 76.872. Essa lei expressa a obrigatoriedade da fluoretação das águas de abastecimento público do Brasil, quando houver estação de tratamento de água. As normas e os padrões para a fluoretação, a serem seguidos em todo o território, foram estabelecidos pela Portaria n° 635, de 26 de dezembro de 1975 (BRASI, 1974, 1975a, 1975b).

O Estado do Ceará possui 184 municípios, somando uma população total de 8.183.880 habitantes (IBGE, 2007). Entre eles, apenas 20 realizavam a fluoretação de suas águas de abastecimento público, em 1999, totalizando 2.796.611 pessoas beneficiadas (BLEICHER;



FROTA, 2002). Entretanto, não existem dados na literatura que forneçam os valores dos teores de flúor dos municípios do Estado do Ceará. Os estudos na área restringem-se a heterocontrole do flúor em grandes cidades onde há sistema de fluoretação das águas (LUZ *et al.*, 1998) ou ao conhecimento do número dos municípios que possuem o referido sistema (BLEICHER; FROTA, 2002).

Tendo em vista que a fluoretação dos sistemas de abastecimento é um grande serviço de saúde bucal coletiva e que o flúor residual em concentrações acima do recomendado é um risco para o desenvolvimento da fluorose dental, torna-se de fundamental importância e de interesse público o conhecimento da exposição ao flúor da população cearense através da água de abastecimento. Dessa forma, esta pesquisa, inédita no estado e de caráter censitário, propõe-se a realizar um mapeamento dos teores de flúor nas águas de abastecimento público de todos os municípios do Estado do Ceará, inclusive daqueles que não realizam a fluoretação das águas, sendo de grande relevância para um melhor direcionamento e planejamento das políticas públicas de saúde bucal do Estado do Ceará.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Identificar o teor de flúor nas águas de abastecimento público do Estado do Ceará.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Verificar as concentrações de flúor existentes nas águas de abastecimento público da zona urbana nos municípios do Estado do Ceará, no ano de 2007.
- Identificar uma possível diferença da concentração de flúor entre as amostras de água coletadas na estação de tratamento e no centro da cidade.
- Conhecer o processo de fluoretação nas Estações de Tratamento de Água (ETA), dos municípios do Ceará.
- Observar se há ou não diferença entre os teores de flúor informados pelo controle operacional das ETAs e os teores encontrados nas amostras coletadas nas ETAs desta pesquisa, dos municípios que realizam a fluoretação das águas. E ainda comparar estes teores de flúor com o valor preconizado para o Estado do Ceará (0,7 ppm).

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Aspectos gerais sobre o flúor

O flúor é o 13º elemento em abundância na crosta terrestre, representando de 0,06% a 0,09% (SILVA, 2003). Apresenta-se na forma gasosa, no estado natural, de coloração levemente amarelado ou amarelo-esverdeado e não existe em estado livre na natureza (BASTOS *et al.*, 1993). É o elemento mais eletronegativo da tabela periódica. Esta característica o torna um dos elementos mais reativos na natureza. Este halógeno é quase sempre encontrado associado a outro elemento como o fósforo, o cálcio e o alumínio (MENEZES, 2006).

##### 3.1.1. Mecanismos de ação do flúor

Por muitos anos o conceito predominante acerca do mecanismo de ação do flúor quando ingerido durante a mineralização do dente era que ele era incorporado ao esmalte, havendo formação de fluorapatita, a qual, por ser menos solúvel que a hidroxiapatita, explicaria a menor ocorrência de cárie quando da ingestão de água fluoretada. Entretanto, o que realmente ocorre não é a formação de fluorapatita e sim uma quantidade de flúor é incorporada ao dente, havendo apenas 10% de substituição da hidroxiapatita pela fluorapatita. Tal fato não torna o esmalte mais resistente aos ácidos bacterianos (CURY, 2001).

A presença do flúor durante o período de formação do esmalte não confere um aumento da resistência ao dente, pois o produto formado, ao invés da fluorapatita, é, na verdade, a apatita fluoretada, a qual é tão solúvel quanto a hidroxiapatita (MENEZES, 2006).

Comprovando a teoria de que o flúor ingerido durante a formação dos dentes não lhes confere uma maior resistência à cárie, Lemke *et al.* (1970) observaram que as pessoas as quais viviam muito tempo em áreas com água fluoretada, ao mudarem de cidade em que não havia fluoretação da água, passaram a ter experiência de cárie semelhante àquelas que nunca tiveram

contato com o flúor sistêmico. Os autores concluíram então que o efeito do flúor sistêmico ocorria devido a sua constância na cavidade bucal e não por alterações na estrutura dental.

O flúor é muito importante quando presente constantemente na cavidade bucal em pequenas quantidades, pois a sua maior contribuição na diminuição da incidência de cárie acontece quando há remineralização dentária na presença de flúor (ASSIS *et al.*, 1999).

O esmalte dentário possui uma resistência aos ataques dos ácidos bacterianos quando o pH do meio é superior a 5,5. Entretanto quando este pH é inferior a 5,5 ocorre desmineralização do dente e perda de minerais. No momento em que isso acontece, a saliva tenta repor estes minerais, já na presença de flúor a remineralização sucede com a formação de fluorapatita, dessa forma, o pH necessário para uma nova desmineralização seria de 4,5. Assim, o processo de remineralização na presença do flúor torna a nova estrutura mais resistente (CURY, 2001).

Em acréscimo, observa-se que o flúor não interfere nos fatores etiológicos da doença cárie, ou seja, na formação da placa dental nem na transformação dos açúcares em ácidos. Ele isoladamente não impede a doença, daí a importância da associação do controle da placa e da dieta equilibrada com o uso do flúor (CURY, 2001).

Segundo Sampaio *et al.* (2005), a ação do flúor pode ser considerada preventiva e terapêutica. Ação preventiva no momento em que ele atua evitando novas lesões de cárie, e ação terapêutica quando utilizado no controle e reversão de lesões incipientes de cárie no esmalte dentário.

### **3.1.2. Metabolismo do flúor**

O flúor quando ingerido é absorvido na parede do estômago e do intestino delgado. Na sua forma iônica  $F^-$  (íon fluoreto), o flúor não consegue atravessar a membrana. Sua passagem envolve um processo passivo (difusão passiva) na forma de HF (ácido fluorídrico) (SILVA, 2003). O processo de absorção é inversamente proporcional ao pH no estômago e no intestino. Quanto mais baixo o pH, maior será a absorção. Dessa forma, o processo ocorre mais rápido quando o estômago está vazio, porém sendo este mais efetivo na presença de alimentos que contêm cálcio, magnésio e alumínio, provavelmente por passar mais tempo retido no trato

gastrointestinal devido à formação de compostos complexos insolúveis (MENEZES, 2006; WHIFORD, 1996).

Quando o flúor entra no organismo através da boca, parte dele reage com as estruturas dentais, grande parte é ingerida e outra parte é diretamente absorvida pela corrente sanguínea através da mucosa bucal. Após a ingestão, cerca de 93% do flúor vão para a corrente sanguínea, percorrendo todo o organismo, depositando-se nos dentes e ossos (ANANIAN *et al.*, 2006; WHIFORD, 1996).

A meia vida da absorção do flúor, ou seja, o tempo necessário para metade da quantidade ingerida ser absorvida ocorre nos primeiros 30 minutos, sendo o pico plasmático geralmente dentro de 30 a 60 minutos. Após esse tempo, o nível plasmático sofre um declínio devido à absorção do flúor nos tecidos calcificados e sua excreção através da urina (MENEZES, 2006).

A via urinária é a principal forma de eliminação do flúor, que, nas primeiras 24 horas, excreta cerca de 50% do flúor ingerido (MENEZES, 2006). A excreção também acontece em menor escala pelo suor, já a quantidade de flúor que não foi absorvida no estômago nem no intestino é eliminada pelas fezes (SILVA, 2000).

### ***3.1.3. Toxicidade***

A utilização do flúor em quantidades consideradas ideais ocasiona benefícios ao homem, como a redução dos índices de cárie (CURY, 2001; KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003). No entanto, o flúor utilizado em dosagens além do recomendado pode resultar em toxicidade aguda e crônica.

#### ***3.1.3.1. Toxicidade aguda***

A ingestão acidental de grandes quantidades de flúor pode resultar em toxicidade aguda. As manifestações podem variar de simples desconforto gastrointestinal até a morte (NOWAK; CRALL, 1996).

Ao se analisarem os casos de intoxicação aguda com o flúor, Hodge e Smith, em 1965, estabeleceram que a Dose Certamente Letal (DCL) seria de 5 a 10g de NaF (fluoreto de sódio) para um homem de 70Kg, o que corresponde a 32 a 64mg de F/Kg. (HODGE; SMITH, 1965 *apud* MENEZES, 2006, p. 223).

Nenhum procedimento odontológico pode expor uma pessoa a uma dose superior a 5,0 mg de F/Kg de peso corporal, pois esta é a Dose Provavelmente Tóxica (DPT), ou seja, a menor dose capaz de causar sinais e sintomas de toxicidade (CURY, 2001).

Os sinais e sintomas ocasionados pelo flúor variam de acordo com a dose ingerida e podem ser, segundo Heifetz e Horowitz (1984):

- gastrointestinais: náuseas, vômitos, diarreia, dores abdominais e cólicas;
- neurológicos: parestesia, tetania, depressão do sistema nervoso central e coma;
- cardiovasculares: pulso fraco, hipotensão, palidez, choque, arritmia;
- bioquímica sanguínea: acidose, hipocalcemia e hipomagnesemia.

O tratamento da toxicidade depende em parte da dosagem ingerida. Conforme Newbrun (1987), nas intoxicações de flúor com menos de 5,0 mg F/Kg, em que os sintomas são náuseas, vômitos e dores estomacais é recomendada a ingestão de leite ou alimentos com cálcio para a formação de compostos insolúveis. Nos casos de intoxicação com doses mais elevadas, sugere-se a hospitalização; indução ao vômito, caso não seja possível, realizar lavagem gástrica; monitoramento cardíaco; possibilidade de intubação endotraqueal; monitoramento do cálcio, magnésio, potássio e pH sanguíneo; e diurese alcalina para a excreção do flúor.

### 3.1.3.2. Toxicidade crônica

A fluorose dentária é gerada pela exposição do germe dentário ao flúor durante o seu processo de formação. Como consequência há inibição da reabsorção das proteínas do esmalte,

ocasionando um defeito de mineralização, resultando em um esmalte mais poroso, com severidade diretamente associada à quantidade de flúor ingerida (DENBESTEN, 1999; FEJERSKOV, 1994).

Outros fatores, além da dosagem de flúor, interferem na severidade da doença: baixo peso corporal; estado nutricional; altitudes e alterações da atividade renal e da homeostase do cálcio; ingestão do flúor nas fases de maior absorção, como taxa de crescimento esquelético e remodelação óssea (DENBESTEN, 1999).

Historicamente, as primeiras evidências de fluorose ocorreram quando Kuhns, em 1888, percebeu, em algumas pessoas de Durango, no México, a presença de alterações na morfologia do esmalte, os chamados esmaltes “mosqueados”. McKay, em 1911, também identificou crianças com estas características, em Colorado Springs, nos Estados Unidos. Os estudos sugeriram a presença de algum composto na água de abastecimento que estaria provocando estas alterações, logo depois verificaram que o flúor presente na água era o responsável por essas alterações (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

O limite considerado máximo de ingestão de flúor por crianças é de 0,05 e 0,07 mg de flúor por peso corporal para que não haja o aparecimento de fluorose dentária (FEJERSKOV *et al.*, 1996).

Para Menezes (2006), sempre haverá fluorose se ocorrer ingestão de flúor durante a formação dos dentes, entretanto, essa fluorose será clinicamente insignificante ou não, dependendo da dose do indivíduo.

Clinicamente, a fluorose dentária pode-se caracterizar desde linhas opacas brancas difusas e transversais, cruzando a superfície do dente, até variadas formas de erosão. As opacidades são simétricas na arcada dentária, pois os dentes formados no mesmo período apresentam a mesma alteração. Nos casos mais graves podem aparecer manchas marrons e descalcificação do esmalte. O tratamento é necessário quando compromete a estética, com a realização de microabrasão ou confecção de facetas (THYLSTRUP; FEJERSKOV, 2001).

Segundo Cangussu *et al.* (2002), a fluorose é um problema de saúde pública, pois contém os quatro elementos que assim a caracterizam: nas suas formas moderadas ou severas provoca alterações funcionais e estéticas que interferem na formação da personalidade, na inserção no mercado de trabalho, exige tratamento odontológico de alta complexidade, tem etiologia conhecida e é possível de ser prevenida.

## 3.2. Flúor nas águas de abastecimento

### 3.2.1. Histórico

Os primeiros estudos relacionados com o flúor nas águas de abastecimento público datam de 1888, quando Kuhns descreveu em algumas pessoas de Durango, no México, alterações morfológicas do esmalte, denominando-as de esmaltes mosqueados (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

McKay, em 1911, também verificou a presença de esmaltes mosqueados em crianças que residiam na zona urbana de Colorado Spring, nos Estados Unidos. Constatou também que essa alteração não ocorria nas crianças da zona rural, as quais possuíam maior prevalência de cárie do que as crianças da zona urbana. Notou-se então uma forte relação entre a água, alterações no esmalte e menor prevalência de cárie. Em 1931, Churchill, analisando quimicamente a água, verificou a presença de flúor em grande concentração e relacionou o flúor com a diminuição da cárie (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Dean, Arnold e Elvove, em 1942, procuraram definir uma concentração de flúor na água capaz de realizar ação preventiva e eficaz na diminuição da cárie dentária e que não provocasse alterações morfológicas nos dentes. Determinaram então que a concentração de flúor na água em torno de 1 parte por milhão (ppm) alcançaria esses benefícios (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Atualmente sabe-se que a concentração do flúor na água está relacionada com a média da temperatura local, pois quanto maior a temperatura, menor deverá ser a concentração do flúor na água, já que o consumo de água será maior. Assim, a faixa de concentração considerada como ideal para a redução dos índices de cárie, com o mínimo de risco para a fluorose, é entre 0,7 e 1,2 ppm (BASTOS *et al.*, 1993; GALAGAN; VERMILLION, 1957).

A primeira cidade no mundo a implantar o sistema de fluoretação das águas de abastecimento público foi o município de Grand Rapids, em Michigan, nos Estados Unidos, em 1945. Ainda neste mesmo ano, outros municípios também implantaram esse sistema como



Newburgh, em Nova York, Estados Unidos, Brandford, no Canadá. (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

### 3.2.2. *Métodos de análise do teor de flúor na água*

Para a fluoretação das águas é necessário um constante controle desses teores para a melhor obtenção dos benefícios do flúor. Este controle deve ser realizado na ETA e na rede de distribuição. Segundo Maier (1971), poderão ocorrer erros no teor de flúor na rede de abastecimento como, por exemplo, a diluição da água fluorada com a não fluorada, a absorção de íons flúor no recobrimento interno dos canos e o funcionamento inadequado do sistema de abastecimento (MAIER, 1971 *apud* WIVES FILHO *et al.*, 1979, p. 10).

Wives Filho *et al.*, (1979), analisando os teores de flúor em seis pontos da rede de distribuição da ETA de Belém Novo, em Porto Alegre, realizaram cinco coletas diárias em cada ponto por um período de 15 dias, totalizando 450 amostras. Os autores concluíram não haver diferença estatisticamente significativa entre os teores médios de flúor dos seis pontos estudados em conjunto com os teores médios de flúor do ponto localizado na saída da ETA. Ainda, afirmaram que, para este estudo, a análise de um único ponto apresentou um grau de confiança capaz de representar o teor de flúor existente em qualquer ponto da rede.

Para a realização do controle dos teores de flúor, existem os métodos de análises dos teores de flúor. Os métodos podem ser colorimétrico, eletrométrico, difusão ou extração e de alta precisão.

Os métodos colorimétricos, chamados de Visual de Alizarina e de SPADNS (fotométrico), são baseados na reação do zircônio, substância de cor vermelha, com o flúor presente na amostra. A reação ocasiona um descoloramento da cor vermelha. Quanto maior a concentração de flúor, maior será a reação com o zircônio, menor será a intensidade da cor vermelha. As diferenças entre o Visual de Alizarina e o SPADNS é que, no primeiro, a descoloração é constatada visualmente, enquanto no segundo essa descoloração é realizada por um aparelho, o espectrofotômetro, sendo este um exame mais preciso por eliminar o componente subjetivo da avaliação humana (SCHNEIDER FILHO *et al.*, 1992).

O método eletrométrico baseia-se na medição direta dos íons flúor livres, presentes na amostra, através de um eletrodo específico para o fluoreto. Este método é o mais utilizado na Odontologia. A maioria dos trabalhos de heterocontrole de fluoretação das águas e de pesquisas, que fazem a medição do flúor, utiliza este método. Outros fatores que contribuem para isso é a sua simplicidade de execução, baixo custo e boa precisão (SAMPAIO, 2006).

O método de difusão ou de extração fundamenta-se na leitura dos íons flúor através de eletrodo. A diferença é que é necessária a preparação prévia da amostra, que normalmente são sólidas ou com baixa concentração de flúor, não podendo ser realizada diretamente pelo eletrodo (SAMPAIO, 2006).

Os métodos de alta precisão são utilizados para detecção do flúor em baixas concentrações. A cromatografia gasosa e a ativação de nêutrons são exemplos de métodos de alta precisão. Os resultados desses métodos podem ser apresentados em partes por bilhão (ppb), o que difere dos usuais que trazem o resultado em partes por milhão (ppm). Têm indicação precisa, são mais complexos e de custo elevado (SAMPAIO, 2006).

### ***3.2.3. Fluoretação das águas e a saúde bucal***

Em saúde pública, de acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde, a fluoretação das águas de abastecimento público tem sido uma das principais medidas envolvidas na redução dos índices de cárie em todo o mundo (WHO, 1994). Além disso, foi considerada nos Estados Unidos como uma das dez principais medidas de saúde pública do século 20 (ANONYMOUS, 2001).

Dessa forma, este método tem sido reconhecido como o mais próximo do ideal para a prevenção da cárie dental. Seus benefícios podem transcender todas as raças, etnias e diferenças socioeconômicas e religiosas (RIPA, 1993). Considera-se, então, este o fator de maior responsabilidade pelo declínio da cárie dentária durante a segunda metade do século XX, inclusive, apresentando a melhor relação custo-benefício de todos os métodos preventivos nesse âmbito (MARTHALER, 2003).

Segundo Frias *et al*, 2006, o custo-benefício da implantação da fluoretação é muito favorável, já que o custo é baixo e os benefícios são incontestáveis para a saúde bucal. Os autores estimaram o custo da fluoretação das águas de abastecimento público do município de São Paulo, no período de 1985 a 2003, e verificaram que o custo médio *per capita* /ano foi de R\$: 0,08, em 2003.

A fluoretação das águas pode, de forma isolada, reduzir as chances de uma pessoa vir a ter cárie em até 65%. Além disso, é um método recomendado por mais de 150 organizações de ciência e saúde, dentre elas, a Federação Dentária Internacional (FDI), a Associação Internacional de Pesquisa em Odontologia (IADR), a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) e a *American Dental Association* (ADA) (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Azurra *et al.* (1995), analisando a saúde bucal de crianças de 6, 7, 12 e 13 anos de idade de duas localidades com teores de flúor elevados e baixos, na cidade de Córdoba, na Argentina, concluíram haver um maior percentual da doença cárie na cidade em que o teor de flúor era menor. Os autores enfatizam a necessidade do controle da fluorose dentária e, ainda, afirmam que para ambas as doenças há medidas preventivas e curativas que são acessíveis, cuja aplicação permitirá a melhoria da saúde bucal de ambas localidades pesquisadas.

Apesar de alguns autores (Mc DONALD; AVERY, 2001; PEREIRA *et al.*, 2001) comprovarem os benefícios da fluoretação das águas de consumo humano, este método tem enfrentado alguns opositores. Dentre estes, encontram-se o Dr. John Yiamouyiannis (1993), que apontou o flúor como fator interferente na formação do colágeno pelas alterações provocadas nos osteoblastos e condroblastos, aumentando as possibilidades de fraturas e diminuição da reparação tecidual óssea. Além disso, a fluoretação de água pode causar problemas genéticos devido a alterações nos cromossomos e indução ao câncer. Diante desses achados, o autor solicitou às autoridades americanas que declarassem o flúor como agente carcinogênico.

Connet (2002) considerou a fluoretação da água como desnecessária e afirmou que a diminuição da cárie vem ocorrendo independente da utilização desse método. O autor alegou que a cárie não é causada pela ausência de flúor e que o uso do flúor para evitar a cárie é recomendado por representantes das indústrias que têm interesses nos lucros obtidos nessa área.

Em um trabalho de revisão dos debates a respeito do uso do fluoreto, nos últimos 50 anos, Ananian *et al.* (2006) relatam que da mesma forma que muitos estudos comprovam a redução da cárie dentária em crianças que moram em áreas com água fluoretada, bem como o

aumento do índice de cárie pela descontinuidade de método, outros estudos antiflúor também comprovam o contrário. Ademais, as doenças graves como osteosclerose relacionadas com o flúor ocorrem nos casos em que este está presente nos mananciais de água em grandes concentrações, em torno de 5 ppm, e a exposição para a ocorrência da doença requer um tempo de 10 anos.

Segundo a American Dental Association, órgão americano que reconhece os benefícios da fluoretação de água, contestou os estudos antiflúor afirmando que se baseavam em alegações inconsistentes, com metodologias desacreditadas e conclusões refutadas por vários pesquisadores (PINTO, 1993).

Maurer *et al.* (1990), estudando os efeitos carcinogênicos do flúor em ratos e camundongos, durante dois anos, não encontraram qualquer ligação entre o flúor e o desenvolvimento de tumores malignos de qualquer espécie. Ainda, a Federação Dentária Internacional concluiu, após nove meses de pesquisa, que a fluoretação da água não é carcinogênica e sim uma medida segura e eficaz para a prevenção da cárie.

Lowry *et al.* (2003) analisaram a relação entre abortos e anomalias congênitas com a fluoretação das águas. Eles examinaram localidades com e sem água fluoretada. Os autores não evidenciaram relação entre a fluoretação e os abortos ou anomalias congênitas e, ainda, apontaram os estudos que fazem essa relação como estudos de pouca qualidade, com falhas metodológicas e evidências inconclusivas.

Apesar dos vários estudos em relação aos benefícios do uso do flúor na água de abastecimento público, ainda é grande o número de pesquisadores que se opõem à utilização desse método. Sabe-se, atualmente, que o uso do flúor na água de consumo, de forma controlada e contínua, nas concentrações ideais, só traz benefícios à saúde bucal do homem e a não utilização deste método aumenta ainda mais a desigualdade em termos de saúde odontológica (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

### **3.3. Fluoretação das águas no Brasil**

### 3.3.1. Políticas Públicas Nacionais

A fluoretação das águas no Brasil começou no município de Baixo Guandu, Espírito Santo, em 31 de outubro de 1953, com a iniciativa do Serviço Especial de Saúde Pública (SESP). Em seguida, os municípios de Marília, em São Paulo, e Taguara, no Rio Grande do Sul, iniciaram esse método, nos anos de 1956 e 1957, respectivamente (BARROS *et al.*, 1990).

Dessa mesma forma, outras cidades seguiram com a fluoretação e a iniciativa se deu ao poder municipal, cabendo ao poder estadual apenas a assistência técnica quando solicitada (BLEICHER; FROTA, 2006).

Somente no dia 24 de maio de 1974, a Lei nº 6050 foi aprovada pelo Congresso Nacional. O artigo 1º da referida lei determina que os projetos destinados à construção ou ampliação de sistemas públicos de abastecimento de água, onde haja estação de tratamento, devem incluir planos relativos à fluoretação (BRASIL, 1974).

Essa lei foi regulamentada pelo Decreto nº 76.872, em 22 de dezembro de 1975. As normas e padrões para a fluoretação das águas, a serem seguidos em todo o território nacional, foram estabelecidos pela Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975 (BRASIL, 1975a).

De acordo com essa Portaria do Ministério da Saúde, os compostos de flúor indicados para fluoretar a água são: fluoreto de cálcio (fluorita), fluossilicato de sódio, fluoreto de sódio e ácido fluossilícico. Os limites recomendados para a concentração de íon fluoreto variam de 0,7 ppm até 1,2 ppm, dependendo da média das temperaturas máximas diárias. Além disso, os métodos eletrométrico, SPANDS e visual de Alizarina, são recomendados para a análise dessas concentrações (BRASIL, 1975b).

Após a aprovação da Lei 6050, o Ministério da Saúde realizou, através de convênios, o “Projeto de Fluoretação das águas de Abastecimento Público”. Esse projeto buscava ampliar o contingente da população abastecida por água tratada. Na década de 70, o Ministério da Saúde fez convênio com o Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (Inan), aumentando a cobertura da população beneficiada pela fluoretação das águas de 3,3 para 7 milhões (BLEICHER; FROTA, 2006).

Na década de 80, o convênio foi realizado com o Banco Nacional de Habitação (BNH) e o número de brasileiros beneficiados pela fluoretação das águas passou de 25,7 milhões,

em 1982, para 62 milhões em 1989, tendo um aumento de 2,4 vezes. A partir de 1987, houve a criação de GECOFs (Grupos de controle de Fluoretação), com o apoio do Ministério da Saúde, que tinham como objetivo obter informações, acompanhar e avaliar a fluoretação das águas em diversos estados brasileiros (BLEICHER; FROTA, 2006; SCHNEIDER FILHO *et al.*, 1992).

Na década de 90, o aumento do número de brasileiros beneficiados com a fluoretação das águas foi menor, senão mínimo, demonstrando a ausência de políticas de financiamento à fluoretação, nesse período (BLEICHER; FROTA, 2006). Por outro lado, nessa mesma década, o Ministério da Saúde regulamentou, em 1994, o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária através da Portaria 1.565, de 1994. Esta explicita que compete “ao Município, executar ações e implementar serviços de vigilância sanitária, com a cooperação técnica e financeira da União e do Estado” (BRASIL, 1994). No mesmo ano, o Conselho Nacional de Saúde, através da Resolução 142, normatizou e resolveu:

- I. Recomendar a todos os conselhos Estaduais e Municipais de Saúde, que dêem especial atenção ao cumprimento da lei da fluoretação da água de abastecimento público, para tanto, fazendo gestões políticas aos poderes Legislativo e Executivo;
- II. Que a Secretaria de Vigilância, em um prazo de 90 (noventa) dias, a partir da publicação dessa Resolução, deverá normatizar rigorosos sistemas de vigilância visando:
  - a. Medição da quantidade de flúor natural existentes nos mananciais;
  - b. Verificação dos teores de flúor nas estações de tratamento e em pontos da rede de abastecimento;
  - c. Verificação da qualidade técnica da fluoretação. (LUZ *et al.*, 1998, p. 21).

Em um estudo sobre a situação da fluoretação das águas de abastecimento público em todas as capitais brasileiras e no distrito Federal, realizado em 1996, pelo Ministério da Saúde, apontou que menos da metade da população (43,31%) tinha acesso à água fluoretada (BRASIL, 1996).

Para ampliar o acesso ao tratamento odontológico e melhorar as condições de saúde bucal dos brasileiros, o Brasil Sorridente foi lançado pelo Ministério da Saúde, em 17 de março de 2004. Em relação à fluoretação das águas, a proposta dessa nova Política Nacional de Saúde Bucal era dar apoio para aquisição dos equipamentos necessários para a implantação da fluoretação da água de abastecimento público, desenvolvendo ações intersetoriais. (BRASIL, 2004a).

Neste programa, o Ministério da Saúde, através da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), propõe capacitação dos funcionários da ETA, financiamento para a aquisição de

equipamentos para a dosagem de flúor e para o seu controle e monitoramento. Ademais, o programa prevê o financiamento de insumos, tanto para a fluoretação, quanto para o seu controle, e monitoramento por um período de 12 meses para aqueles municípios com população inferior a 30.000 habitantes (BRASIL, 2004b).

Este processo está sendo viabilizado através de ação conjunta com a FUNASA e mediante convênios com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. Até o mês de junho de 2005, foram implantados 121 novos sistemas de fluoretação da água de abastecimento público, abrangendo seis estados e beneficiando cerca de 500 mil pessoas. Outros projetos técnicos ainda estão em análise e a intenção é a aumentar o número de brasileiros beneficiados com esse método (BRASIL, 2006).

No dia 25 de março de 2004, foi lançada a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades sobre o controle e vigilância da qualidade da água de consumo humano, seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Sobre padrão de potabilidade para substâncias químicas, o que inclui o íon fluoreto, os valores recomendados são os vigentes na legislação relativa à fluoretação das águas (Portaria nº 635, de 26 de dezembro de 1975), que é de 0,7 ppm até 1,2 ppm, não devendo ultrapassar o Valor Máximo Permitido (VMP), que é de 1,5 ppm (BRASIL, 2004c).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2000, revela que 97,9% dos municípios brasileiros possuem serviços de abastecimento de água e que a fluoretação das águas é praticada em 45,7% deles. Esse método é adotado por 70% dos municípios das regiões Sul e Sudeste, 16,6% dos municípios da região Nordeste e em apenas 7,8% da região Norte (IBGE, 2002).

Nos levantamentos epidemiológicos de saúde bucal, realizado pelo Ministério da Saúde, em 1986 e em 1996, apresentam uma redução do CPOD aos 12 anos de 6,67 para 3,12, demonstrando um decréscimo de 53,22%. No SB Brasil 2003, o CPOD aos 12 anos foi de 2,78, apontando uma redução de 10,89% se comparado ao levantamento de 1996. Entretanto, a média do CPOD aos 12 anos da Região Nordeste (CPOD =3,19) ficou acima da média nacional e da meta proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para o ano 2000 (CPOD aos 12 anos menor que 3,0) (BRASIL, 2004d).

### 3.3.2. *Benefícios da fluoretação das águas no Brasil*

Vários estudos provam a eficácia da fluoretação da água na redução dos índices de cárie no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, onde há maior abrangência e tempo de implantação desse método. Viegas e Viegas (1985) analisaram a prevalência de cárie dental na cidade de Barretos, São Paulo, em crianças de 3 a 19 anos de idade, após dez anos de fluoretação das águas de abastecimento público, e concluíram um aumento no percentual de dentes livres de cárie e diminuição do CPOD (número de dentes cariados, perdidos e obturados) médio em todas as faixas etárias estudadas.

No município de Birigui, São Paulo, foram realizados levantamentos epidemiológicos em relação à cárie dental, em 1981 e em 1991, antes e após dez anos do início da fluoretação das águas de abastecimento. Constatou-se uma redução de 47,64% no índice de cárie nesse período. Em Campinas, São Paulo, após 14 anos de fluoretação da água, houve uma redução de 57% no índice de cárie em crianças de 7 a 12 anos de idade (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Tavares e Bastos (1999) analisaram os teores de flúor nas águas de Bauru, São Paulo, e observaram um menor CPOD em áreas com fluoretação (CPOD= 2,16) do que em áreas sem fluoretação (CPOD= 4,09).

Arcieri *et al.* (1986) efetuaram um estudo comparativo da prevalência da cárie dentária após dez anos de fluoretação das águas de Uberlândia, em Minas Gerais. Os autores deduziram que, nesse período, houve uma redução de 48,05% no índice de cárie dentária para a dentição permanente.

Oliveira *et al.* (1995) analisaram os benefícios da fluoretação das águas de abastecimento público de Belo Horizonte, através da comparação dos índices epidemiológicos de cárie dentária em escolares de 6 a 12 anos de idade por um período de 18 anos. Os autores observaram uma redução de 44,46% no índice de cárie após a implantação do método e ainda constataram um aumento das crianças livres de cárie de 8,2%, em 1975, ano de início da fluoretação, para 33,83%, em 1993.

D'hoore *et al.* (1992) pesquisaram o tempo de cuidado gasto com o tratamento odontológico entre crianças de dois grupos socioeconômicos diferenciados. Eles notaram que esse tempo nas crianças desfavorecidas era menor quando elas tinham exposição ao flúor contido



na água de abastecimento. Concluíram que a fluoretação das águas reduz as diferenças causadas pelo meio social sem, entretanto, extingui-las.

Analisando a prevalência de cárie e fluorose em municípios com e sem fluoretação das águas, na região de Sorocaba, Cypriano *et al.* (2003) verificaram um maior percentual de crianças livres de cárie e uma menor média do índice ceod (dentes decíduos cariados, perdidos e obturados) nas crianças de 5 a 12 anos, nos municípios que tinham a água de abastecimento fluoretada.

Baldani *et al.* (2002) analisaram a relação entre a cárie dentária e fatores socioeconômicos, no Estado do Paraná, Brasil, no ano de 1996, e verificaram um CPOD menos elevado nos municípios que possuíam água fluoretada.

Basting *et al.* (1997) avaliaram a prevalência de cárie após 25 anos de fluoretação das águas de abastecimento público de Piracicaba, São Paulo, e evidenciaram uma diminuição de 79% no CPOD de escolares entre 7 e 12 anos de idade, quando comparados com os índices verificados em 1971 e 1996.

Para que a fluoretação das águas possa efetivamente trazer benefícios em termos de redução dos índices de cárie, é necessária a presença constante do flúor na água, sem interrupções e em quantidades ideais para cada localidade (KOZLOWSKI; PEREIRA, 2003).

Barros *et al.* (1993) observaram localidades com descontinuidade da fluoretação das águas e concluíram que a suspensão e a descontinuidade do método diminuem a proteção contra a cárie dental.

Por outro lado, Burt *et al.* (2000), analisando o efeito da suspensão da fluoretação da água por 11 meses, notaram não haver aumento significativo da doença cárie nesse período. E atribuem este fato a exposição do flúor por meio de outras formas.

Outro fator importante é o monitoramento dos teores do íon flúor na água. A adição do flúor nas estações de tratamento numa concentração mais baixa que a recomendável implica em desperdício financeiro e não efetiva prevenção contra a doença cárie. Da mesma forma, a adição em elevadas concentrações pode resultar em fluorose (RAMIRES; BUZALAF, 2007).

Para Bastos *et al.* (2002) a associação da fluoretação das águas com o uso de dentifrícios fluoretados modificou o perfil epidemiológico da cárie dentária no Brasil, entretanto, vem se observando um menor efeito direto da fluoretação na redução da cárie e sua associação com a fluorose dentária.

Maltz e Silva (2001) pesquisaram a presença de fluorose em crianças com condições socioeconômicas diferenciadas em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, que possui sistema de fluoretação das águas de abastecimento público desde 1975. Os autores observaram uma prevalência de fluorose com severidade baixa variando de 60,8% a 49,9%.

Gonini e Morita (2004) estudaram fluorose dentária em crianças atendidas em unidades básicas de saúde de Londrina, Paraná. No período de formação dos dentes das crianças examinadas, o município contava com água fluoretada numa concentração média de 0,8 ppm. Os autores constataram alta frequência de fluorose dentária (91%) com severidade baixa.

Menezes *et al.* (2002) avaliaram a percepção da fluorose dental decorrente da fluoretação da água e do uso de dentifrícios fluoretados por adolescente de uma escola pública de Piracicaba, São Paulo. Os autores observaram que embora 72% dos adolescentes examinados possuíssem fluorose, esta fluorose variava do tipo questionável a leve, segundo o índice de Dean. Além disso, a fluorose não foi percebida pela população estudada.

Cangussu *et al.* (2004) pesquisaram a presença fluorose em escolares de 12 e 15 anos de idade de escolas públicas e particulares de Salvador, Bahia, que possui água fluoretada com concentração de flúor em torno de 0,61 e 0,73 ppm, e notaram uma prevalência de 31,4% para os escolares com 12 anos, e de 27,6% para os de 15 anos, com predominância do grau muito leve em ambas as faixas etárias.

Clark *et al.* (2006) analisaram a mudança do perfil epidemiológico da fluorose em escolares, após a suspensão da fluoretação da água de abastecimento público em Courtenay e Comox, no Canadá, e observaram uma redução na prevalência e severidade da fluorose dental, entretanto, essa redução não pôde ser atribuída somente à suspensão da fluoretação, pois, nesse mesmo período, houve diminuição do uso de suplementos a base de flúor. Ademais, eles observaram que a redução dos índices de fluorose não foi percebida esteticamente pelos pais das crianças examinadas.

Determinando a prevalência e a severidade da fluorose dental em escolares de 4 a 18 anos de idade, no município de Santa Tereza, Rio Grande do Sul, Toassi e Abegg (2005) constataram a fluorose dental em 63,7% dos examinados, sendo que a fluorose de maior prevalência foi a do tipo muito leve (43,6%).

Realizando uma revisão crítica sobre a fluorose dentária no Brasil, Cangussu *et al.* (2002), concluíram que é necessário o heterocontrole da concentração adequada de flúor nos

sistemas de abastecimento de água e que a fluorose dental nas suas formas brandas são comuns em locais com fluoretação da água de abastecimento público, representando, portanto, um relevante problema para a saúde bucal coletiva.

Segundo Narvai (2000) existe uma certa dificuldade em manter sistemas operacionais de monitoramento dos níveis ótimos de flúor na água através do heterocontrole, no Brasil. A maioria dos trabalhos que acompanham a dosagem do nível ótimo de flúor nos municípios brasileiros descreve uma irregularidade desses níveis, o que dificulta a avaliação da magnitude do efeito protetor à cárie dental e o risco à fluorose dental.

Analisando os relatórios de fluoretação das águas de abastecimento público de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Barros *et al.* (1990) verificaram instabilidade no nível dessas concentrações, que ocasionaria redução dos benefícios esperados por esse método. Ainda, observaram não haver compromisso do governo com esse aspecto.

O heterocontrole da fluoretação das águas de Bauru-SP, realizado de março de 2004 a 2005, apontou para uma melhoria das condições de fluoretação das águas de abastecimento um ano após o início do heterocontrole. Os autores concluíram que a implantação de sistemas de vigilância baseados no heterocontrole deve ser incentivada, sendo fundamental para o controle da cárie dental, assim como contribui efetivamente para melhorar a qualidade da fluoretação (RAMIRES *et al.*, 2006).

Lima *et al.* (2004) realizaram um heterocontrole dos níveis de flúor na água de abastecimento público de Pelotas, Rio Grande do Sul, por 24 meses. Os autores concluíram que os níveis de flúor variavam demasiadamente ao longo do período de monitoramento. Ainda, a elevada variabilidade dos teores prejudica o efeito preventivo do método no controle da cárie dental e aumenta os riscos de fluorose.

Maia *et al.* (2003) executando um controle operacional da fluoretação das águas de Niterói, Rio de Janeiro, observaram falhas no sistema de fluoretação, que foi caracterizado pela variabilidade e descontinuidade das concentrações de flúor. Nesse estudo, 96% das amostras tinham valores inadequados, variando de 0,03 ppm a 1,49 ppm de flúor.

O heterocontrole da fluoretação das águas de Teresina, Floriano e Parnaíba, no Piauí, efetuado por Silva *et al.* (2007), apresentou concentrações de flúor abaixo dos níveis necessários para a prevenção da cárie dental.

Silva (2005) elaborou um mapeamento dos teores de flúor nas águas de abastecimento público dos municípios do Estado do Piauí e observou que 90,9% dos municípios analisados apresentavam teores de flúor inferior a 0,3 ppm. E ainda, verificou a necessidade de programar medidas de controle e heterocontrole permanente, através das estratégias de vigilância sanitária, para garantir a eficácia da fluoretação das águas.

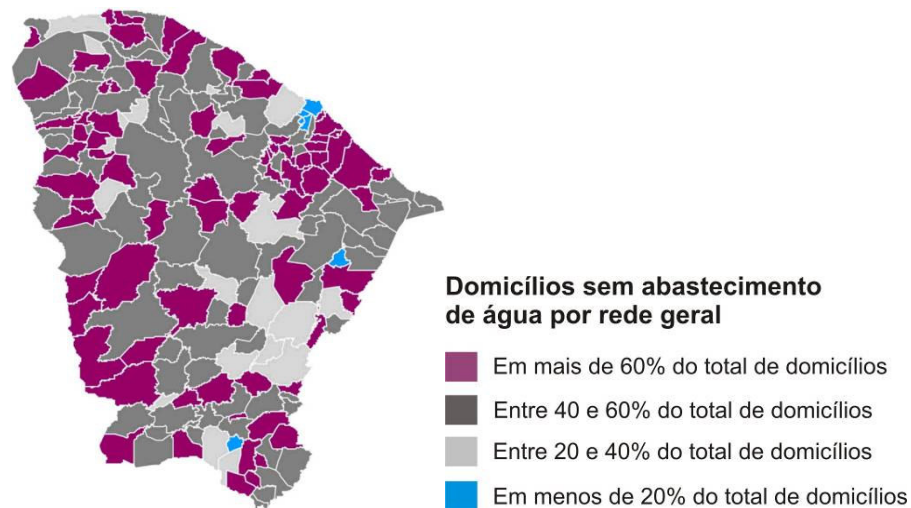
Avaliando a situação da fluoretação das águas no Estado da Paraíba, Alves e Sampaio (2004) verificaram que somente dois municípios com menos de 50 mil habitantes possuíam o método implantado, e observaram também dificuldades na manutenção dos níveis de flúor nesses municípios.

Oliveira *et al.* (2004) realizaram um mapeamento dos teores de flúor no Rio Grande do Norte e observaram valores entre 0,05 e 2,21 ppm, nos municípios analisados. Observaram também a necessidade de se verificar a influência do solo, da rede de distribuição de água e outros fatores geográficos sobre os teores de flúor na água (Oliveira *et al.*, 2004, *apud* Silva, 2005).

### **3.3.3. Flúor nas águas do Ceará**

O Ceará está localizado um pouco abaixo da linha do Equador, numa posição entre 2°46'30" e 7°52'30" de latitude sul e 37°14'54" e 41°24'45" de longitude ocidental. Possui uma área de 146.348,30 km<sup>2</sup> e uma população de 8.183.880 habitantes (IBGE, 2007). O clima predominante é o semi-árido, com médias térmicas elevadas, variando entre 26° C e 29° C.

Os serviços de saneamento ambiental do Ceará funcionam de forma precária, pois, segundo dados do IBGE, em 2000, (Figura 1) observou-se que apenas seis municípios apresentavam razoável oferta de água tratada, ou seja, possuíam mais de 80% de sua população atendida com abastecimento de água por rede geral. Os outros 178 municípios cearenses, principalmente aqueles em localidades rurais, estão totalmente carentes dessa infra-estrutura. Ao todo, 40% das famílias do Ceará não possuíam abastecimento de água por rede pública (BOTTO, 2006).



Fonte: IBGE Estatcart (2004), adaptado por Botto (2006).

**Figura 1** - Mapa dos domicílios do Ceará sem abastecimento de água por rede geral.

A localização tropical do Ceará, com temperaturas médias elevadas, faz com que a média das temperaturas máximas diárias do estado se enquadrem, segundo a Portaria nº 635 do Ministério da Saúde de 1975, na faixa em que os limites mínimo e máximo aceitáveis de flúor para o Ceará são 0,6 e 0,8 ppm, respectivamente. O valor considerado ótimo é 0,7 ppm (BRASIL, 1975b).

Os primeiros municípios a fluoretarem as águas de abastecimento público no Ceará foram Sobral e Quixeramobim, nos anos 70. Semelhante ao que ocorria no país, a implantação desse método teve iniciativa local com apoio federal representado pela Fundação SESP (BLEICHER, 2000).

Somente entre os anos de 1983 e 1986 é que Fortaleza deu início ao processo de implantação da fluoretação das águas. Para isso, foi realizado um convênio entre a Companhia Estadual de Saneamento, criada em 1971, e o governo federal, entretanto, em 1986, a fluoretação foi interrompida e somente retomada, em 1989, com o apoio do Programa Nacional de Prevenção à Cárie Dental, promovido pelo Ministério da Saúde, que tinha como prioridade a recuperação dos sistemas que haviam paralisado a fluoretação (BLEICHER; FROTA, 2006). Assim, desde 1989, a fluoretação das águas de Fortaleza vem sendo realizada pela CAGECE, através da ETA Gavião, de forma sistemática e sem interrupções. O controle operacional da concentração do flúor é executado na saída da estação de tratamento através de medições a cada 2 horas (LUZ *et al.*, 1998).

Em 1994, mais um sistema operado pela CAGECE recebeu adição de flúor na água, a Estação Jaburu, que beneficia sete municípios da serra de Ibiapaba. Dessa forma, essa Companhia Estadual possuía apenas dois sistemas com o método de fluoretação: a estação Jaburu e a estação de Fortaleza (BLEICHER; FROTA, 2002).

Dentro deste contexto, Bleicher e Frota (2006) observaram que o poder estadual se limitou aos grandes sistemas de abastecimento, enquanto os sistemas menores, que possuem uma maior dificuldade de auto-sustentação, eram operados pelos Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE) dos municípios.

Em 1999, o Estado do Ceará possuía 20 municípios beneficiados com a fluoretação das águas de abastecimento público, cinco municípios tinham a implantação da fluoretação das águas prevista e 5 tinham suspenso o método. Neste ano, a população beneficiada com a fluoretação das águas representava 39,3% de todo o estado, sendo considerada a de maior abrangência na Região Nordeste. O fato de um número baixo de municípios possuir uma razoável cobertura populacional do método ocorre devido a grande concentração populacional em algumas cidades, como é o caso da capital Fortaleza, que é responsável por 66% da população do estado beneficiada pelo método (BLEICHER; FROTA, 2002).

Constatou-se que o processo de implantação desse método não obedeceu aos requisitos proposto por Kozlowski e Pereira (2003), os quais apontam a necessidade de realização de estudos epidemiológicos, previamente à implantação, para avaliar a necessidade e o impacto do método.

Somente no município de Icó pôde-se verificar essa precaução. Martildes *et al.* (1995) notaram uma redução da cárie dentária variando de 53% a 49% nos escolares após seis anos de fluoretação.

Alguns mananciais podem apresentar teores elevados de flúor natural, o que pode acarretar fluorose dentária na comunidade que consome esta água. Desse modo, a medição do teor de flúor natural existente nos mananciais, assim como a verificação desses teores nas estações de tratamento e pontos da rede de abastecimento, é papel fundamental da Vigilância Sanitária e está prevista na Portaria 1.565, de 1994 (BRASIL, 1994).

Um exemplo da presença de flúor natural em altas concentrações na água de consumo no Ceará é o distrito de Rafael Arruda, na cidade de Sobral. Nessa localidade, pôde-se observar

que a prevalência de fluorose dentária, nos escolares de 10 a 14 anos, era de 27% do tipo moderada e 22% do tipo severa. (MORAIS, 1999).

Luz *et al.* (1998) analisaram as médias mensais dos teores de flúor das amostras coletadas na entrada da rede de abastecimento do município de Fortaleza, entre os anos de 1989 e 1997, realizados pelo próprio controle operacional da CAGECE. Nesse período, o método de análise do teor de flúor era o colorimétrico. Os autores verificaram que a maioria das concentrações de flúor estava entre 0,6 e 0,8 ppm que são valores aceitáveis para este município. No entanto, alguns meses apresentaram teores variando entre 0,44 a 0,59 ppm, configurando valores abaixo do aceitável.

Com o objetivo de avaliar os teores de flúor nos distritos sanitários de Fortaleza, Luz *et al.* (1998) fizeram coletas mensais de água, nos nove distritos sanitários do município, por um período de um ano, de abril de 1996 a março de 1997. O método de análise do teor de flúor foi o eletrométrico. Os autores verificaram que 59,3% das amostras analisadas apresentavam teores não aceitáveis, sendo que 25,1% estavam abaixo de 0,6 ppm e 34,2% acima de 0,8 ppm.

De acordo com o Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2000 apontou que apenas 18 municípios do Ceará realizavam a fluoretação das águas e que dois haviam interrompido esse método (IBGE, 2002).

O levantamento epidemiológico executado no Estado do Ceará, em 2004, o SB Ceará, apresentou um CPOD aos 12 anos de 3,04, um valor muito próximo ao da Região Nordeste (CPOD= 3,19). Além disso, esse levantamento apontou que a prevalência de fluorose foi de 2,47%, em crianças de 12 anos, e menos de 1%, nos adolescentes de 15 a 19 anos (CEARÁ, 2004).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada no Estado do Ceará, constituindo-se, basicamente de duas fases. A fase da coleta e análise das amostras de água dos municípios e a fase de aplicação dos questionários aos operadores das Estações de Tratamento de Água (ETA) que executavam fluoretação das águas. As fases ocorreram simultaneamente.

### **4.1. Tipo de estudo**

A pesquisa trata-se de um estudo observacional do tipo transversal, pois as coletas foram obtidas uma única vez em um determinado instante de tempo, com produção de dados primários.

### **4.2. Comitê de Ética**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, Ofício nº 391/07, estando dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, segundo a Resolução nº 196/96, do Ministério da Saúde (Anexo A). Os entrevistados que participaram da pesquisa, após tomarem conhecimento desta, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

### **4.3. Fase 1 - Coleta e análise das amostras de água dos municípios**



#### ***4.3.1. Amostra do estudo***

O estudo propôs-se a analisar os teores de flúor dos municípios do Estado do Ceará. A amostra do estudo abrangeu o universo total, ou seja, os 184 municípios pertencentes ao Estado do Ceará, sendo este o critério de inclusão.

#### ***4.3.2. Material***

Para a coleta das amostras de água, foram fornecidos aos municípios dois frascos de polietileno, de 200mL de capacidade, com tampa rosqueável e lacre (Figura 2). Todos os frascos eram rotulados com indicação do município e local onde deveria ser realizada a coleta (Figura 3).



**Figura 2** - Frascos de polietileno de 200mL utilizados para a coleta das amostras de água, Ceará, 2007.



**Figura 3** - Frascos rotulados com indicação do município e local onde deveriam ser realizadas as coletas, Ceará, 2007.

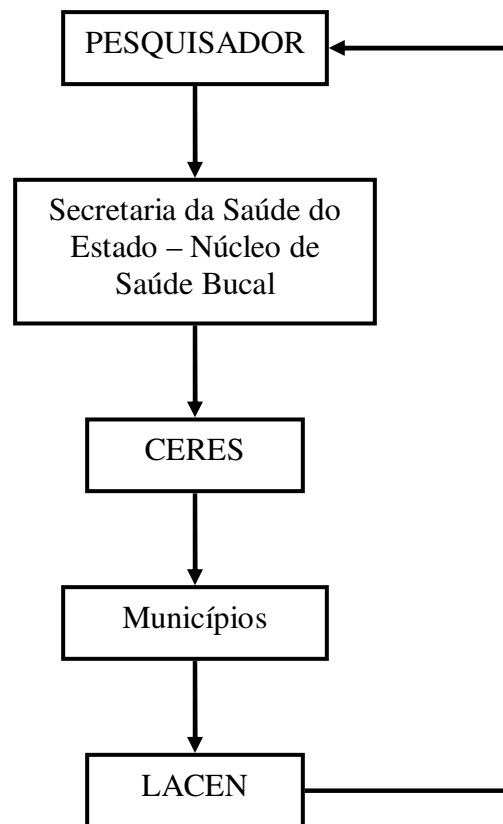
Juntamente com os frascos, foi enviado aos municípios um protocolo (Apêndice B) explicando como realizar a coleta e o envio das amostras para o laboratório de análise.

#### ***4.3.3. Logística da realização da pesquisa***

Esta pesquisa foi realizada em parceria com o Núcleo de Atenção à Saúde Bucal da Secretaria da Saúde do Estado, através das Células Regionais de Saúde (CERES).

As CERES, instâncias locais da Secretaria da Saúde, são responsáveis por um número determinado de municípios. O Ceará possui um total de 21 CERES. Todas as CERES foram informadas sobre os objetivos da pesquisa e sua participação nesta. Cada CERES recebeu envelopes contendo os materiais de seus respectivos municípios, ficando responsável pela entrega deles.

Após o recebimento dos materiais, os municípios fizeram a coleta das amostras de água e as enviaram diretamente ao Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN) de Fortaleza, onde foram realizadas as análises. Os resultados dessas análises foram entregues ao pesquisador (Figura 4).



**Figura 4** - Fluxograma da Pesquisa, Ceará, 2007.

#### ***4.3.4. Coleta e envio das amostras de água***

Cada município coletou duas amostras de água.

- AMOSTRA 1: foi coletada de uma torneira da ETA após o processo final de tratamento da água, logo na saída da rede de distribuição. Para esta amostra foi utilizado o frasco com tampa vermelha.
- AMOSTRA 2: foi coletada de uma torneira residencial ou pública, localizada no centro da cidade, que fosse abastecida pela rede de distribuição. Esse ponto foi adotado como forma de padronização da coleta da amostra 2. Para esta amostra foi utilizado o frasco com a tampa branca.

As coletas foram efetuadas pelo Coordenador de Saúde Bucal do Município ou pelo Agente da Vigilância Sanitária. O primeiro jato de água foi dispensado, e preenchido todo o frasco. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o LACEN de Fortaleza onde foram realizadas as análises dos teores de flúor.

A entrega do material às CERES ocorreu durante o mês de junho de 2007. As amostras de água foram coletadas e analisadas no decorrer dos meses de julho, agosto, setembro e outubro do mesmo ano.

#### ***4.3.5. Análise da água***

Todas as amostras foram analisadas em um prazo máximo de seis dias após a coleta, o que não altera os resultados, uma vez que não há variação deles quando fechados em frascos plásticos por um período de até 150 dias (PRADO *et al.*, 1992).

Para a determinação das concentrações de flúor, o método usado foi o eletrométrico, com medição direta dos íons de flúor, através de um potenciômetro (*Mettler Toledo DL50 Graphix*) e um eletrodo específico para os íons flúor (*Mettler Toledo DX219 F*). Essa metodologia está preconizada pelo “*Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater*”, publicação da *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation (WEF)*, (1998).

#### ***4.3.6. Análise estatística***

Os dados obtidos da amostra 1 e 2 foram agrupados e analisados nos programas “STATDISK 9.1” 9th Edition by Mario Triola e “SPSS” (*Statistical Package for the Social Sciences*) 10.0 for Window. Para verificar a normalidade ou não dos dados, utilizou-se o teste Kolmogorov-Sminorv. Comprovada a não normalidade dos dados, empregou-se um teste não paramétrico, o Wilcoxon, para a comparação entre as amostras 1 e 2. Todos os teste foram

baseados a um nível de significância de 0,05. Para uma melhor explanação dos resultados obtidos utilizaram-se gráficos e tabelas.

#### **4.4. Fase 2 - Aplicação do questionário aos operadores das ETAs que realizam fluoretação das águas**

##### ***4.4.1. Amostra do estudo***

Os questionários foram aplicados aos técnicos responsáveis pela operacionalização das estações de tratamento de água, que realizavam fluoretação das águas, sendo o universo total das amostras de 19 ETAs, que beneficiavam um total de 28 municípios. Nesse caso, o critério de inclusão das ETAs foi estar realizando a fluoretação da água de abastecimento público durante o período desta pesquisa. Não foram incluídas no estudo as ETAs que suspenderam a fluoretação ou que não realizavam esse método.

##### ***4.4.2. Conhecimento da amostra***

Para a aplicação do questionário foi necessário saber quais ETAs do Estado do Ceará realizavam a fluoretação das águas de abastecimento. Foi solicitada à Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, uma relação com todas as ETAs de sua responsabilidade, que realizavam fluoretação das águas, assim como os municípios beneficiados. Além disso, foi solicitada uma listagem dos municípios abastecidos por essa empresa.

Para os municípios que não eram abastecidos pela CAGECE foram realizadas ligações telefônicas para as Secretarias Municipais de Saúde e informado qual empresa fornecia o abastecimento de água, assim como o telefone delas.

Entrando em contato com essas empresas responsáveis pelo abastecimento de água do município, obteve-se a informação se havia ou não fluoretação das águas. Dessa forma, obteve-se o total de ETA que realizava fluoretação das águas de abastecimento público do Estado do Ceará, assim como os municípios beneficiados por esse método.

#### ***4.4.3. Instrumento de trabalho***

Para a coleta dos dados foram aplicados questionários (Apêndice C) com perguntas objetivas aos técnicos das ETAs, que colhiam informações referentes à:

- municípios abastecidos pela ETA;
- órgão responsável pela fluoretação das águas;
- ano de início da fluoretação;
- número de domicílios abastecidos;
- sal utilizado para a fluoretação;
- presença de reservatório após a fluoretação;
- realização do monitoramento dos teores de flúor;
- qual a frequência e método utilizado para o monitoramento;
- local onde é realizado o monitoramento;
- teor de flúor encontrado na última análise do monitoramento.

#### ***4.4.4. Envio dos questionários***

Por telefone, foi explicado os objetivos da pesquisa aos técnicos das ETAs e a sua participação nesta. Foi solicitado o endereço de correspondência dessas ETAs. Para cada ETA que realizava fluoretação das águas, foram enviados pelos correios um questionário e duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, juntamente com outro envelope já selado para o

reenvio dos documentos ao pesquisador. Os questionários foram enviados e recebidos durante os meses de agosto e setembro de 2007.

#### 4.4.5. Análise estatística

Os dados obtidos no questionário foram agrupados e analisados nos programas “STATDISK 9.1” 9th Edition by Mario Triola e “SPSS” (*Statistical Package for the Social Sciences*) 10.0 for Window. Para a verificação da normalidade dos dados, utilizou-se o teste Kolmogorov-Sminorv. Como os dados apresentaram comportamento normal, utilizou-se o teste estatístico “t” de Student para a comparação entre as amostras. Para uma melhor explanação dos resultados obtidos utilizaram-se gráficos e tabelas.

#### 4.5. Cronograma das atividades desenvolvidas nas Fases 1 e 2 da pesquisa.

A Tabela 1 apresenta o cronograma das atividades desenvolvidas nas fases 1 e 2 desta pesquisa.

**Tabela 1** - Cronograma das atividades desenvolvidas nas fases 1 e 2 da pesquisa, Ceará, 2007.

2007		ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT
FASE 1	Preparo dos frascos							
	Sensibilização das CERES							
	Envio dos frascos							
	Coleta das amostras de água							
	Análise laboratorial das amostras							
FASE 2	Aquisição dos endereços das ETA							
	Envio e recebimento dos questionários							

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

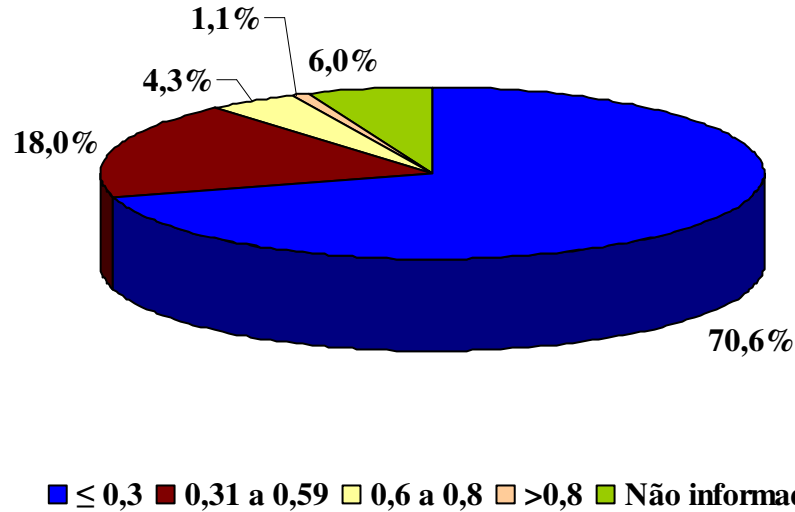
### 5.1. Fase 1

A pesquisa abrangeu os 184 municípios do Ceará. Destes, 173 tiveram suas águas analisadas, representando um percentual de 94,02% do total de municípios e 97,37% da população do estado ( $N^{\circ} = 7.968.599$  indivíduos). Os outros 11 municípios, embora cientes da importância da pesquisa e após várias ligações telefônicas solicitando a adesão na pesquisa, não enviaram as amostras de água para a análise do teor de flúor. Apesar desses municípios não terem participado da pesquisa, o somatório de seus habitantes representa apenas 2,63% da população cearense ( $N^{\circ} = 215.281$  indivíduos).

Os municípios que não tiveram suas águas analisadas foram: Alto Santo, Aquiraz, Ibicuitinga, Milhã, Morrinhos, Mulungu, Porteiras, Potiretama, Reriutaba, Salitre e Varjota.

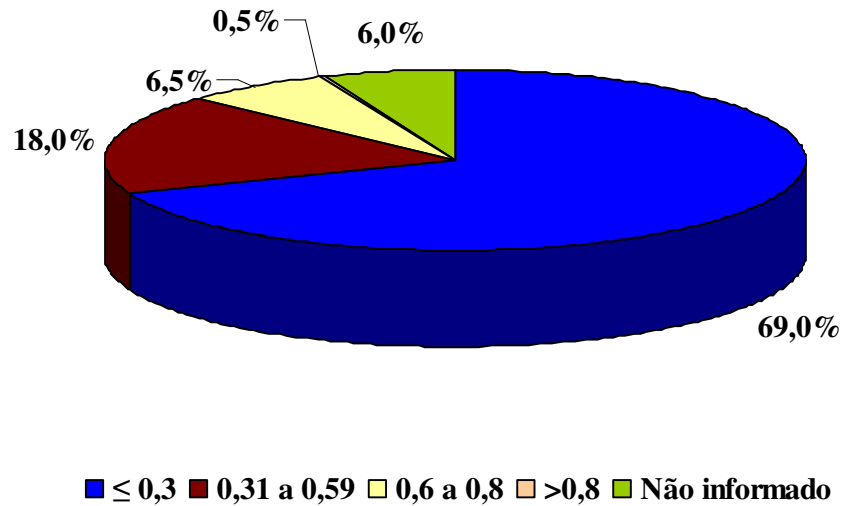
Os teores de flúor das amostras 1, que foram coletada nas ETAs, variaram de 0,020 a 0,972 ppm. Na Figura 5, observa-se que apenas oito municípios (4,3%) possuíram teores de flúor dentro da faixa considerada ideal para a prevenção da cárie dental no Ceará (0,6 a 0,8 ppm). A maioria apresentou valores inferiores a 0,6 ppm, sendo que 130 municípios (70,6%) possuíram concentrações de flúor inferiores ou iguais a 0,3 ppm, e 33 municípios (18,0%) tiveram teores variando de 0,31 a 0,59 ppm de flúor. Dois municípios (1,1%) apresentaram teores acima de 0,8 ppm de flúor.





**Figura 5** - Percentual dos municípios cearenses, segundo o teor de flúor em ppm da amostra 1, coletada na ETA, Ceará, 2007.

O teor de flúor das amostras 2, que foram coletadas de torneiras localizadas no centro da cidade, variaram de 0,016 ppm a 1,160 ppm. A Figura 6 mostra que apenas 12 municípios (6,5%) possuíam teores de flúor considerados ideais para o Ceará. Semelhante ao ocorrido nas amostras 1, a maioria dos municípios apresentou valores abaixo de 0,6 ppm de flúor. 127 municípios (69,0%) tiveram teor de flúor menor ou igual a 0,3 ppm, 33 (18%) entre 0,31 a 0,59 ppm e um município (0,5%) exibiu valor acima de 0,8 ppm de flúor.



**Figura 6** - Percentual dos municípios cearenses, segundo o teor de flúor em ppm da amostra 2, coletada no centro da cidade, Ceará, 2007.

Silva (2005) efetuou um mapeamento dos teores de flúor dos municípios do Estado do Piauí e notou que a maioria deles (90,9%) apresentava teor de flúor inferior a 0,30 ppm e que nenhum município possuía valor superior a 0,60 ppm de flúor. Em acréscimo, a autora concluiu que existe a necessidade de se programar medidas de controle e heterocontrole para garantir a eficácia da fluoretação das águas no Piauí.

Considerando que a água coletada na amostra 2 é a utilizada pela população, verifica-se que o percentual de cearenses que consome água com teores de flúor nos valores ideais para a prevenção da cárie dental é de 6,91% e que mais de 90% (42,97% + 47,41%) consomem água com teor de flúor menor que 0,59 ppm, conforme mostra a Tabela 2.

**Tabela 2** - Número e percentual dos municípios e população cearense, segundo o teor de flúor, em ppm, encontrado na amostra 2, Ceará, 2007.

	Municípios		População	
	n°	%	n°	%
≤ 0,3	127	69,02	3.516.269	42,97
0,31 a 0,59	33	17,93	3.880.277	47,41
0,6 a 0,8	12	6,52	565.122	6,91
>0,8	1	0,54	6.931	0,08
Não informado	11	5,98	215.281	2,63
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>100,00</b>	<b>8.183.880</b>	<b>100,00</b>

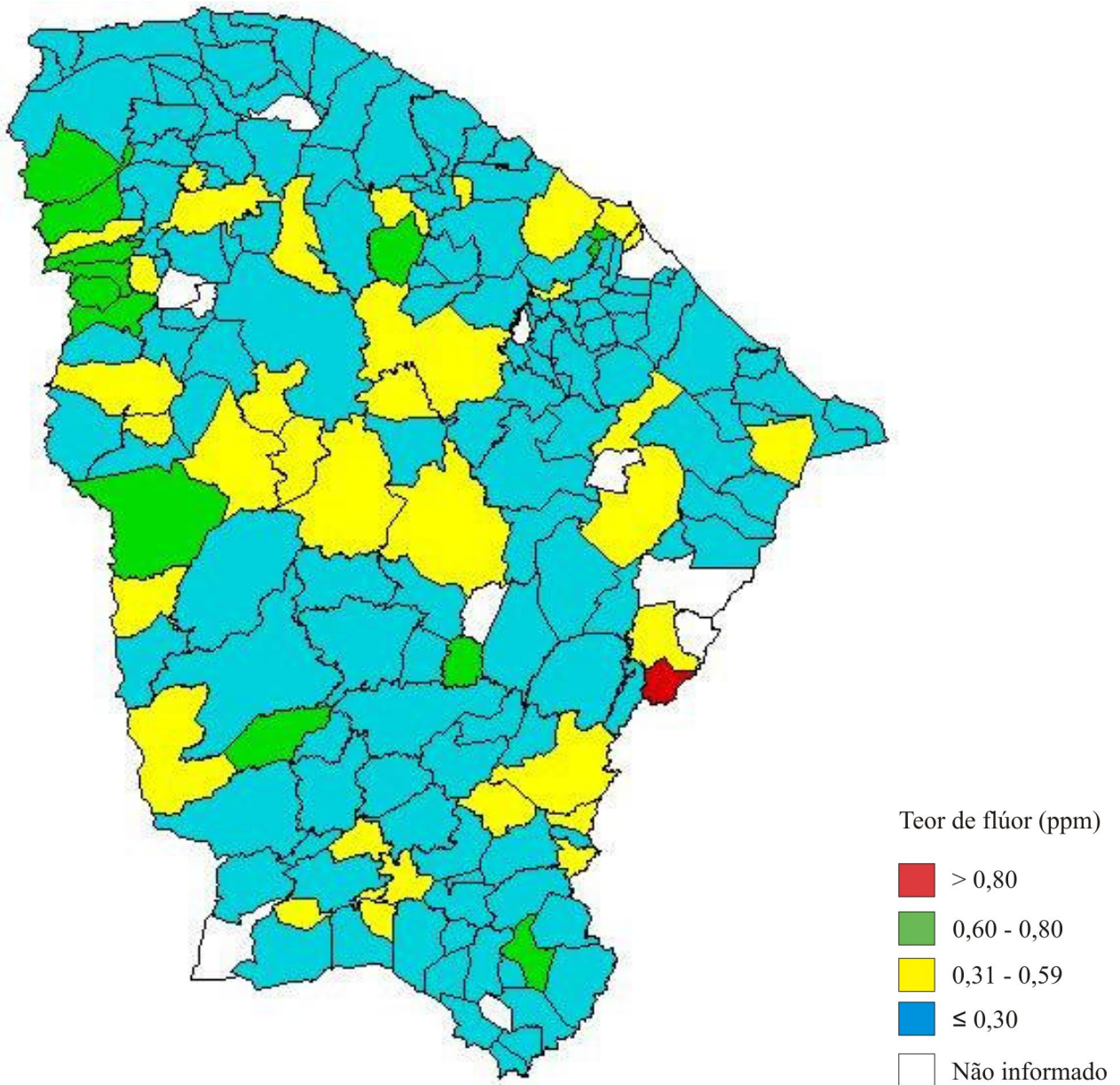
Os níveis de flúor encontrados nos municípios cearenses estão, na sua maioria, abaixo dos teores preconizados para o estado, o que indica a necessidade de planejamento e execução de ações que promovam a implantação de sistemas de fluoretação nos municípios que ainda não possuem, visto que os benefícios à saúde bucal promovidos por esse método é fato comprovado cientificamente há mais de 50 anos no Brasil (RAMIRES; BUZALAF, 2007).

A presença de amostras de flúor acima de 0,8 ppm revela a necessidade de ações de vigilância sanitária da água, em relação ao flúor, em todos os municípios cearenses, pois este teor elevado não foi encontrado somente em municípios com fluoretação das águas. O município de Ererê, que não disponibiliza desse método, apresentou valores de flúor acima de 0,8 ppm. (Apêndice E).

Na análise estatística, utilizou-se o teste de Wilcoxon para a comparação das concentrações de flúor entre as amostras 1 e 2, uma vez que elas não obedeceram a normalidade quando aplicado o teste de Kolmogorov-Sminorv (Apêndice F). Os resultados apontaram que não há diferença significativa com 95% de confiança ao avaliar essas duas amostras ( $p > 0,05$ ) (Apêndice G). A média das amostras 1 e 2, apresentaram valores muito próximos, sendo 0,237 e 0,246, respectivamente.

Apesar de alguns municípios mostrarem diferenças acentuadas (maior que 0,2) entre as amostras 1 e 2, como os municípios de Camocim, Canindé, Deputado Irapuan Pinheiro e Graça, no contexto geral, essas diferenças não foram significantes.

Na Figura 7 pode-se visualizar a distribuição espacial dos níveis de flúor consumidos pela população (amostra 2) dos municípios cearenses. Observa-se uma maior concentração de água com teores de flúor considerados ideais na região da Chapada da Ibiapaba, a qual possui municípios beneficiados com a fluoretação das águas através da ETA Jaburu.



**Figura 7** - Distribuição espacial dos níveis de flúor dos municípios cearenses, encontrados na amostra 2, Ceará, 2007.

Os municípios que possuíram teores de água entre 0,6 e 0,8 ppm foram: Arneiroz, Carnaubal, Crateús, Deputado Irapuan Pinheiro, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, Maracanaú, Milagres, São Benedito, Tejuçuoca, Tianguá e Viscosa do Ceará. O único município que apresentou valor acima de 0,8 ppm de flúor foi Ererê (Apêndice E).

Faz-se necessário discutir a presença de mananciais de água com considerável teor de flúor natural nos municípios de Ererê, Deputado Irapuan Pinheiro e Milagres, uma vez que eles

não possuem sistemas de fluoretação das águas e apresentaram teores de flúor acima da média do estado. Esta hipótese não pode ser descartada, pois, no Estado do Ceará, já foi descoberto no distrito de Rafael Arruda, em Sobral, água de consumo com teores elevados de flúor natural (MORAIS, 1999).

Oliveira *et al.* (2004) realizaram um mapeamento dos teores de flúor no Rio Grande do Norte e observaram valores entre 0,05 e 2,21 ppm, nos municípios analisados. Observaram também a necessidade de se verificar a influência do solo, da rede de distribuição de água e outros fatores geográficos sobre os teores de flúor na água (Oliveira *et al.*, 2004, *apud* Silva, 2005).

É fator importante relatar nesta pesquisa que os dados aqui apresentados foram obtidos de forma transversal, tratando-se de uma pesquisa de caráter censitário, com coleta de apenas duas amostras por município. Não pode ser considerado um heterocontrole, uma vez que as amostras foram coletadas no mesmo dia para cada município, não havendo outra coleta ou acompanhamento desses teores de flúor. Procurou-se retratar os teores de flúor presentes na água de abastecimento público no dia e hora da coleta, fornecendo subsídios para a criação do mapeamento e norteamento de políticas públicas favoráveis à saúde bucal coletiva dos cearenses, através da fluoretação das águas.

Alguns fatores podem ter interferido nos resultados das análises, como por exemplo, contaminação da rede de abastecimento por água não fluoretada ou pela chuva, absorção do flúor pelo recobrimento interno da tubulação de distribuição (MAIER, 1971 *apud* WIVES FILHO *et al.*, 1979, p. 10), falhas de análises, influências do solo, entre outros. Observa-se que, além da necessidade de políticas que visem a fluoretação das águas de consumo, as análises dos teores de flúor de forma regular e contínua, em todos os municípios do Ceará, é de fundamental importância.

## 5.2. Fase 2

Com os dados fornecidos pela CAGECE e obtidos através de telefonemas aos municípios, pôde-se saber as instituições responsáveis pelo abastecimento de água de todos os municípios do Ceará.

O abastecimento de água no Ceará é realizado basicamente por duas instituições: a Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, que foi criada pelo poder estadual, em 1971, e os Serviços Autônomos de Água e Esgoto - SAAE, que são autarquias municipais, com autonomia administrativa e financeira, sob responsabilidade da Fundação SESP, atual FUNASA (BLEICHER; FROTA, 2002).

Dos 184 municípios, 149 são abastecidos pela CAGECE; 26 por Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE); quatro, por outras instituições; três deles possuem abastecimento realizado pela própria prefeitura e dois não possuem abastecimento de água, conforme mostra a Tabela 3. Consta-se que a CAGECE é a responsável pelo abastecimento de água da maioria dos municípios cearenses (80,98%).

**Tabela 3** - Número e percentual dos municípios do Ceará, segundo a instituição abastecedora e situação da fluoretação da água, Ceará, 2007.

	Com fluoretação		Sem fluoretação		Fluoretação suspensa		Total	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
CAGECE	17	9,24	132	71,74	2	1,09	149	80,98
SAAE	11	5,98	15	8,15	1	0,54	26	14,13
Prefeitura	0	0,00	3	1,63	0	0,00	3	1,63
Outros	0	0,00	4	2,17	0	0,00	4	2,17
Sem abastecimento	0	0,00	2	1,09	0	0,00	2	1,09
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>15,22</b>	<b>156</b>	<b>84,78</b>	<b>3</b>	<b>1,63</b>	<b>184</b>	<b>100,00</b>

Os quatro municípios cujas instituições abastecedoras estão enquadradas em “Outros”, na Tabela 3, são: Brejo Santo, abastecido pelo SAAEBS (Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto de Brejo Santo); Caririaçu, abastecido pelo SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto); Crato, abastecido pela SAAEC (Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato)

e Jardim, abastecido pelo SAAEJ (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jardim) (Apêndice D).

Os municípios Aiuaba, Ararendá e Iraporanga são abastecidos pela prefeitura, não havendo um setor ou departamento específico responsável pelo abastecimento de água. Ibaratama e Salitre foram os municípios que não apresentaram abastecimento de água (Apêndice D).

Em 1999, a CAGECE era responsável pelo abastecimento de 120 municípios do Ceará e havia três municípios sem abastecimento de água (BLEICHER; FROTA, 2002). Observa-se um crescimento do número de municípios abastecidos por esta companhia de água, entretanto, após oito anos (de 1999 a 2007), dos três municípios que não apresentavam abastecimento de água, apenas um recebeu o benefício do abastecimento de água no Ceará, apontando falta de investimentos dos órgãos públicos responsáveis pelo saneamento básico desses municípios.

A fluoretação das águas no Ceará é realizada por 19 estações de tratamento de água. Estas, por sua vez, beneficiam 28 municípios cearenses, pois as ETA Gavião e o Complexo Jaburu abastecem, respectivamente, quatro e sete municípios. Assim, apesar de apenas 15,21% dos municípios cearenses realizarem fluoretação das águas, estes beneficiam 3.383.447 habitantes, representando 41,34% da população cearense (Tabela 4).

**Tabela 4** - Relação dos municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo a instituição abastecedora, ETA, número de domicílios abastecidos pela ETA e número e percentual da população cearense, Ceará, 2007.

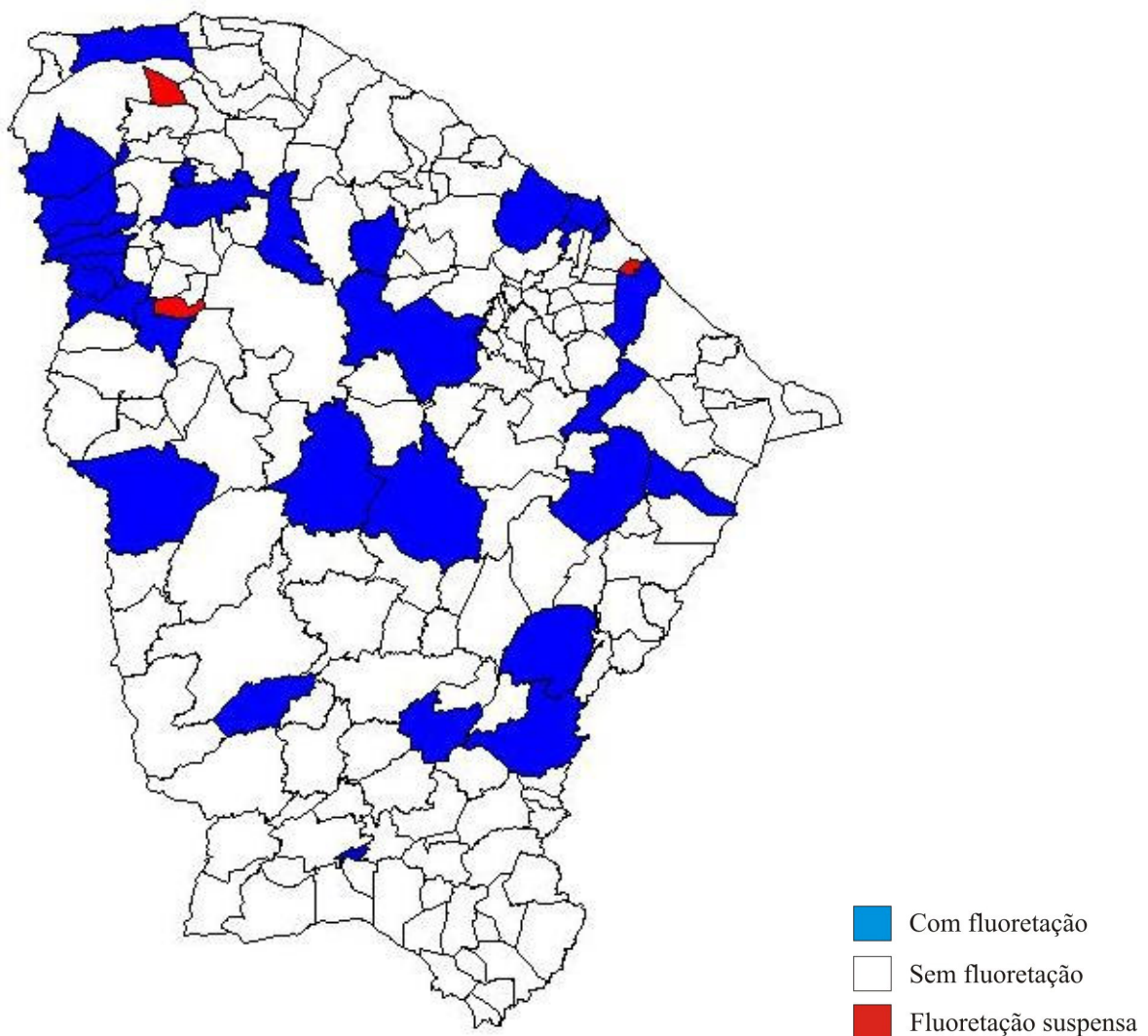
	Abastecedora	ETA	Domicílios	População abastecida n°	%
Fortaleza					
Caucaia	CAGECE	Gavião	677.873	2.548.802	31,14
Eusébio					
Maracanaú					
Carnaubal					
Guaraciaba do Norte					
Ibiapina					
São Benedito	CAGECE	Jaburu	40.668	152.912	1,87
Tianguá					
Ubajara					
Viçosa do Ceará					
Crateús	CAGECE	Crateús	13.886	52.211	0,64
Tejuçuoca	CAGECE	Tejuçuoca	1.343	5.050	0,06
Altaneira	CAGECE	Altaneira	1.550	5.828	0,07
Alcântaras	CAGECE	Alcântara	765	2.876	0,04
Arneiroz	CAGECE	Arneiroz	1.060	3.986	0,05
Cascavel/Caponga	CAGECE	Caponga	986	3.707	0,05
Boa Viagem	SAAE	Boa Viagem	10.227	38.454	0,47
Canindé	SAAE	Canindé	15.199	57.148	0,70
Quixeramobim	SAAE	Quixeramobim	14.067	52.892	0,65
Jaguaribe	SAAE	Jaguaribe	8.000	30.080	0,37
Limoeiro do Norte	SAAE	Limoeiro do Norte	10.710	40.270	0,49
Morada Nova	SAAE	Morada Nova	9.220	34.667	0,42
Ipu	SAAE	Ipu	5.514	20.733	0,25
Sobral	SAAE	Sobral	41.243	155.074	1,89
Camocim	SAAE	Camocim	12.623	47.462	0,58
Icó	SAAE	Icó	12.594	47.353	0,58
Iguatu	SAAE	Iguatu	22.325	83.942	1,03
	<b>TOTAL</b>		<b>899.853</b>	<b>3.383.447</b>	<b>41,34</b>

Para saber o número da população beneficiada pela fluoretação das águas, multiplicou-se o número total de domicílios, que recebiam este método no Ceará, pela média de



habitantes por domicílio fornecido pelo IBGE, no ano de 2006 (dado mais recente), para o Estado do Ceará (média de habitantes por domicílio = 3,76) (IBGE, 2006).

Os municípios cearenses que fluoretam as águas de abastecimento são: Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Eusébio, Carnaubal, Garaciaba do Norte, Ibiapina, São Benedito, Tianguá, Ubajara, Viçosa do Ceará, Crateús, Tejuçuoca, Altaneira, Alcântaras, Arneiroz, Cascavel (somente o distrito de Caponga), Boa Viagem, Canindé, Quixeramobim, Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Ipu, Sobral, Camocim, Icó e Iguatu (Figura 8) (Apêndice D).



**Figura 8** - Distribuição espacial dos municípios cearenses, segundo a situação da fluoretação das águas, Ceará, 2007.

Observa-se que o percentual da população que tem acesso à água fluoretada (41,34%) (Tabela 4) é superior ao percentual da população (6,91%) que efetivamente consome água com flúor (amostra 2), nas concentrações consideradas ideais para a prevenção da cárie dental (Tabela 2). Sugere-se que essa diferença seria menor se houvesse medidas eficazes de controle e monitoramento dos teores de flúor por toda a rede de abastecimento de água.

Segundo a CAGECE, estão em fase de contratação para a implantação da fluoretação das águas 83 municípios de sua responsabilidade.

Segundo Bleicher e Frota (2002), em 1999, o Ceará possuía apenas 20 municípios com água fluoretada. Nesse contexto, verifica-se que de 1999 para 2007 houve um aumento de 40% no número de municípios que passaram a utilizar o método da fluoretação das águas.

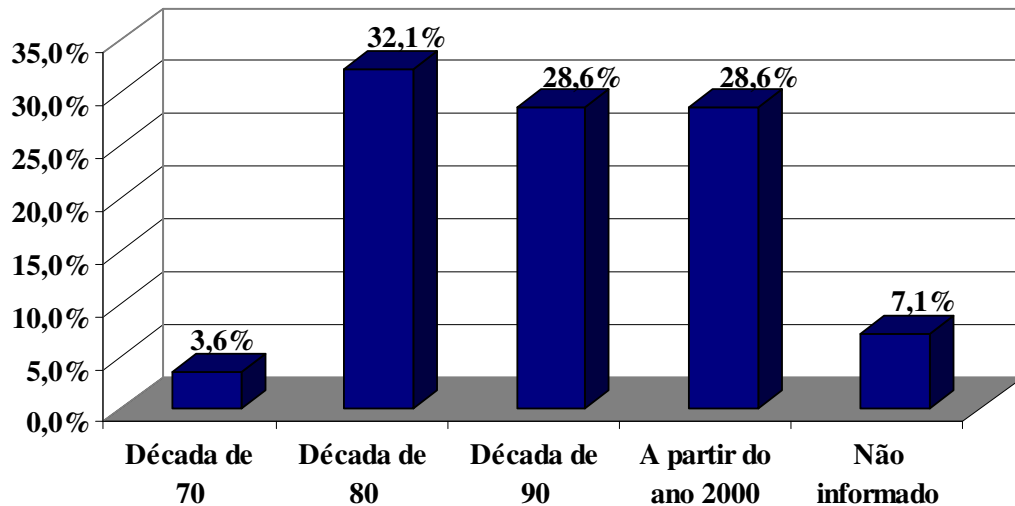
Alves e Sampaio (2004) avaliaram a situação da fluoretação das águas no Estado da Paraíba e verificaram que somente dois municípios com menos de 50 mil habitantes apresentavam o método implantado. Em acréscimo, os autores observaram dificuldades na manutenção dos níveis de flúor nesses municípios.

Durante a pesquisa observou-se que três municípios tinham suspenso o processo de fluoretação das águas (Tabela 3). Em um deles, a fluoretação das águas está suspensa desde janeiro de 2006. Os outros dois municípios suspenderam a fluoretação durante a pesquisa, após o recebimento do questionário. Nestes municípios, o processo de fluoretação foi suspenso devido à ausência do monitoramento, pois o aparelho para a realização das análises de flúor estava com defeito e não se sabia quando seria consertado. Como estavam com a fluoretação suspensa, estes municípios foram excluídos desta fase da pesquisa.

Dos 28 municípios que tinham sistema de fluoretação das águas, 61% eram realizados pela CAGECE e 39%, pelo SAAE. Observa-se que a CAGECE obtém o maior percentual de município pelo fato de possuir dois grandes sistemas de fluoretação, a ETA Gavião e a Jaburu (Tabela 4). Estas, por sua vez, detêm maior facilidade de auto-sustentação por ganhar em economia de escala. Portanto a facilidade de implantação da fluoretação em grandes sistemas não acontece como nos sistemas menores, onde as dificuldades são maiores, devido ao elevado custo de implantação do método para o benefício de um número pequeno de habitantes (BLEICHER; FROTA, 2006; FRIAS *et al.*, 2006).

Em relação à data do início da fluoretação, apenas um município afirmou iniciar o processo de fluoretação durante os anos 70. A Figura 9 mostra que, durante a década de 80, nove

municípios iniciaram a fluoretação das águas, nos anos 90, esse número caiu para oito e, a partir de 2000, mais oito municípios implantaram esse método. Dois municípios, Quixeramobim e Camocim, não souberam responder esta informação. Segundo Bleicher e Frota (2002), Quixeramobim iniciou o processo de fluoretação nos anos 70, sendo o método interrompido em meados dos anos 80 e reiniciado em 1998.



**Figura 9** – Percentual de municípios, que realizam a fluoretação das águas, segundo o período de implantação do método, Ceará, 2007.

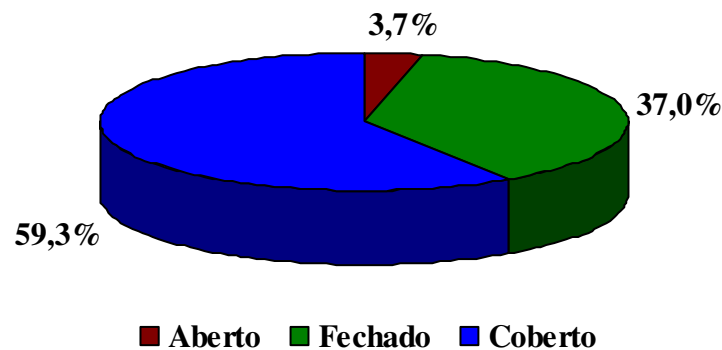
O sal utilizado para a fluoretação das águas em todos os 28 municípios foi o fluossilicato de sódio. Este sal foi utilizado na primeira fluoretação no Brasil em Baixo Guandu, em 1953, e ainda vem sendo empregado em muitos estados brasileiros (ARCIERI *et al.*, 1986).

Realizando o monitoramento de três cidades do Piauí, Silva (2005) verificou que as cidades que usavam o fluossilicato de sódio para a fluoretação apresentaram menores concentrações de flúor. Afirmou ainda que apesar deste sal ser bastante eficiente, ele é muito corrosivo e necessita de monitoramento por controle manual, enquanto o ácido fluossilícico, não obstante possuir maior toxicidade e conseqüentemente maior custo de transporte, apresenta menor custo de obtenção e monitoramento automatizado, tornando o controle dos teores de flúor mais seguro.

Calvo (1996) constatou que 97,3% dos municípios de São Paulo, que realizavam fluoretação de suas águas, utilizavam o ácido fluossilícico como composto fluoretante. Este sal,

embora tenha custo de obtenção mais reduzido, o seu transporte é dificultado por este se apresentar na forma líquida, sendo mais indicado para sistemas localizados próximos às fontes produtoras, como é o caso dos estados de São Paulo e Minas Gerais.

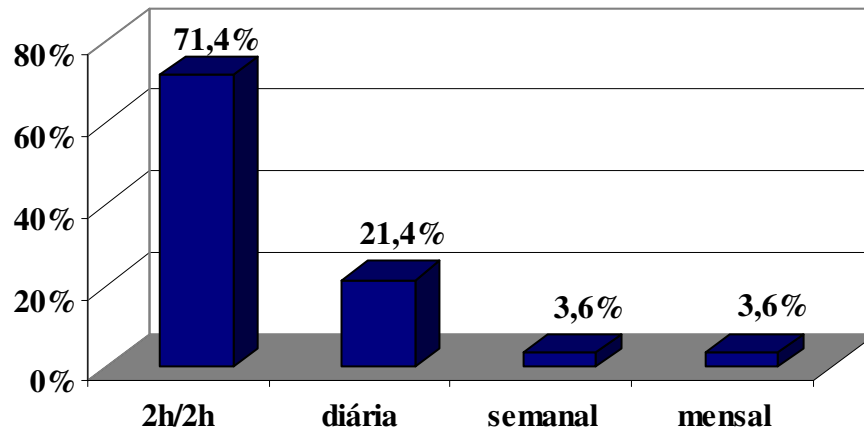
A presença do reservatório de água após a fluoretação foi encontrada em 27 dos 28 municípios que realizavam este método. Apenas um não possuía reservatório, promovendo a distribuição da água logo após o seu tratamento. Em relação ao tipo de reservatório de água, 37,0% deles eram fechados, 59,3% eram cobertos e 3,7%, abertos (Figura 10).



**Figura 10** - Percentual de municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo o tipo de reservatório de água após o processo final de tratamento, Ceará, 2007.

Maier (1971) explica que poderão ocorrer erros no teor de flúor na rede de distribuição, como por exemplo, o funcionamento inadequado da ETA, absorção de flúor no recobrimento interno dos canos principais, assim como diluição da água fluoretada com a não fluoretada, podendo ocorrer taxa de evaporação e contaminação com a água da chuva, nos casos de reservatórios abertos. (MAIER, 1971 *apud* WIVES FILHO *et al.*, 1979, p. 10).

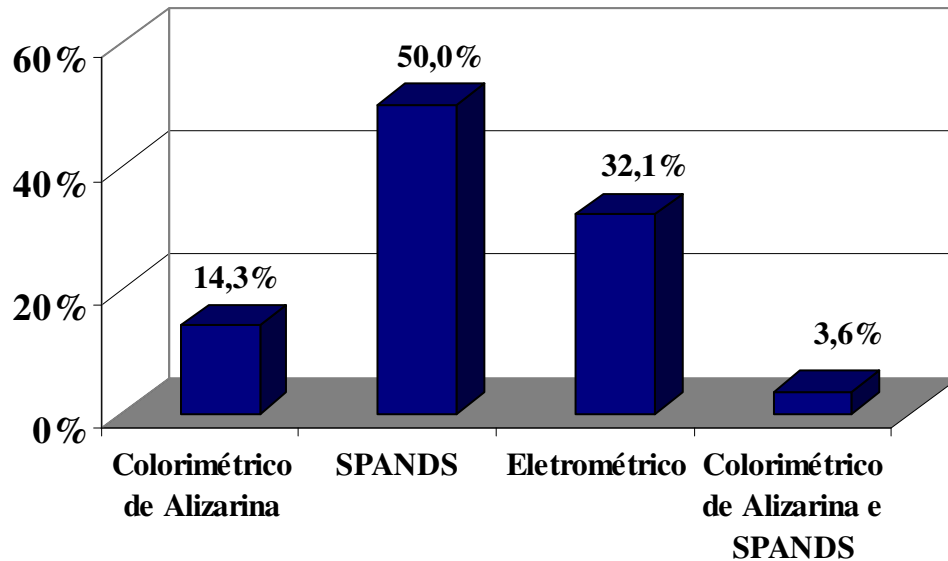
Todos os municípios que fluoretavam as águas no Ceará faziam o controle operacional dos teores de flúor, ou seja, todas as ETAs, realizavam o monitoramento desses teores. A frequência deste monitoramento era a cada duas horas, em 20 municípios (71%), seis municípios realizam diariamente (21%); um, semanalmente (4%); e um, mensalmente (4%), conforme mostra a Figura 11.



**Figura 11** - Percentual dos municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo a frequência do controle operacional realizado nas ETAs, Ceará, 2007.

O controle deve ser realizado o mais freqüente possível para permitir um rápido reajuste dos teores de flúor, nos casos em que estes estiverem fora dos valores considerados ideais para a prevenção da cárie dental.

O método de análise do teor de flúor utilizado no monitoramento era o colorimétrico de Alizarina, em 14% dos municípios, o SPANDS, em 50%, e o eletrométrico, em 32%. Um município afirmou utilizar dois métodos, o colorimétrico de Alizarina e o SPANDS, para a verificação dos teores de flúor (Figura 12).



**Figura 12** - Percentual de municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo o método de análise do teor de flúor utilizado no controle operacional das ETAs, Ceará, 2007.

Verifica-se que a maioria dos municípios utiliza os métodos colorimétricos para a realização do monitoramento dos teores de flúor, que é um método sujeito a erros de leitura pela presença de íons interferentes na água, sendo mais indicado o eletrométrico por ser mais preciso.

O ponto de coleta para a realização do monitoramento dos teores de flúor era na saída da ETA e em pontos da rede de distribuição, em 64% dos municípios, e 36% deles somente o faziam na saída da ETA.

Apesar de alguns autores (WIVES FILHO *et al.*, 1979) afirmarem que o teor de flúor permanece estável por toda a rede de abastecimento público, o monitoramento dos teores de flúor somente na ETA não reflete os teores consumidos pela população, é necessário que o controle operacional seja realizado também nos pontos da rede de distribuição, para a identificação de possíveis falhas no sistema e subsequente correção destas.

Em relação aos teores de flúor obtidos na última análise do controle operacional realizado pelas ETAs, que foram obtidos através do questionário, estes variaram de 0,1 a 1,2 ppm. Dos 28 municípios, 23 apresentaram valores dentro da faixa considerada ideal (0,6 a 0,8 ppm). Três informaram valores abaixo de 0,6 ppm e dois deles acima de 0,8 ppm.

Para a comparação dos teores de flúor fornecidos pelo controle operacional com os encontrados nesta pesquisa, utilizaram-se os valores das amostras 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas para a comparação, já que ambas foram coletadas das mesmas ETAs.

Durante a comparação entre os teores de flúor na ETA informados no controle operacional com os obtidos nesta pesquisa, não foi possível a comparação dos dados do município de Cascavel, já que as amostras foram colhidas de fontes diferentes. Enquanto a amostra do controle operacional foi coletada da ETA do distrito da Caponga, que faz fluoretação das águas e abastece somente este distrito, a amostra 1 do município de Cascavel foi coletada da ETA de Cascavel, que não realiza a fluoretação das águas. Assim, torna-se incoerente a comparação dessas duas amostras.

Dessa forma, a comparação dos teores de flúor informados pela ETA e os obtidos nesta pesquisa só foi realizada em 27 dos 28 municípios que possuem água fluoretada.

Os teores de flúor encontrados na amostra 1, dos municípios que realizavam a fluoretação das águas, variavam de 0,11 a 0,81 ppm, sendo que somente sete municípios possuíam teores dentro dos valores considerados ideais e 19 tinham teores abaixo de 0,6ppm. Apenas um município apresentou teor de flúor acima de 0,8ppm, conforme Tabela 5.

**Tabela 5** - Número de municípios, que realizavam a fluoretação das águas, segundo o teor de flúor informado pelo controle operacional da ETA e o encontrado na amostra 1, Ceará, 2007.

	Abaixo de 0,6 ppm	Entre 0,6 e 0,8 ppm	Acima de 0,8 ppm	Total
Controle operacional	3	23	2	28
Amostra 1	19	7	1	27

Observa-se que o número de amostras dentro dos valores considerados ideais para a saúde bucal, informadas pelo controle operacional, é maior que àqueles encontrados nas amostras 1 desta pesquisa.

Após a verificação da normalidade dos dados através do teste de Kolmogorov-Sminorv (Apêndice H), utilizou-se o teste t de Student para a comparação dos teores de flúor informados no controle operacional com os teores encontrados na pesquisa, e ambos com o valor de 0,7 ppm, que é considerado o valor ideal de flúor para o Estado do Ceará.

Três comparações foram realizadas utilizando o teste t de Student (Apêndice I):

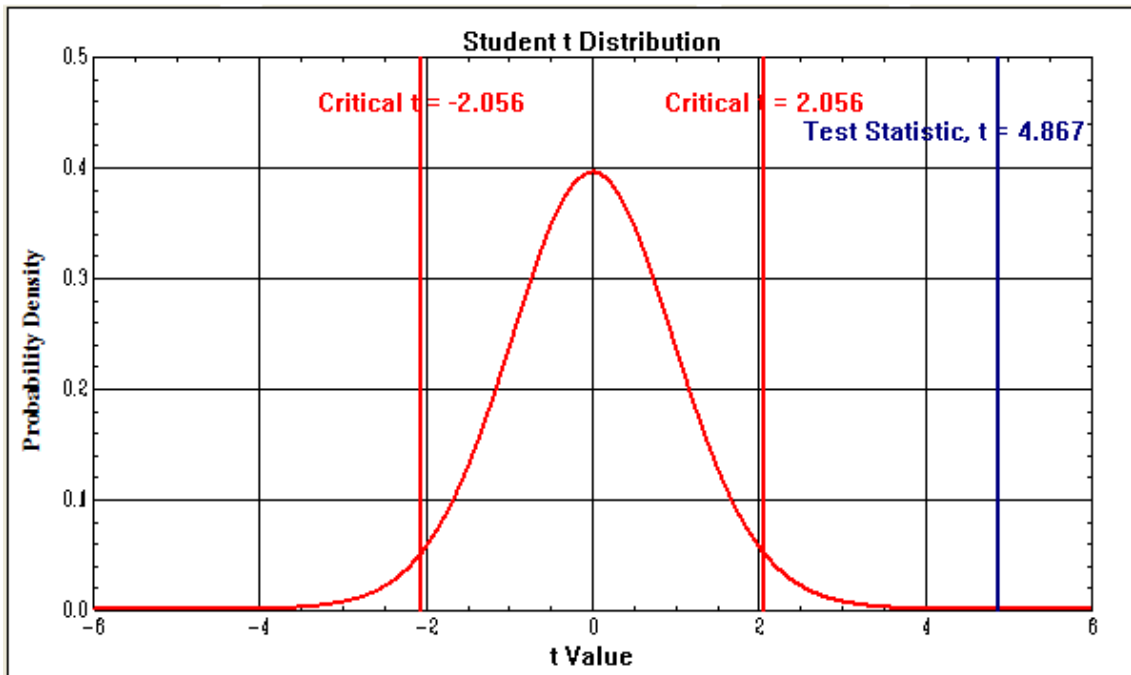
- Teor de flúor informado pelo controle operacional x teor de flúor encontrado na amostra 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas.
- Teor de flúor informado pelo controle operacional x teor ideal (0,7ppm).
- Teor de flúor encontrado na amostra 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas x teor ideal (0,7ppm).

O teste estatístico “t” tem como ponto de partida o estabelecimento de hipóteses estatísticas (BISQUERRA *et al.*, 2004):

- Hipótese Nula ( $H_0$ ): A diferença é estatisticamente nula, ou seja, as diferenças observadas se devem às oscilações do acaso ( $p > 0,05$ ).
- Hipótese Alternativa ( $H_a$ ): As diferenças observadas não podem ser explicadas pelas oscilações do acaso, isto é, as diferenças são estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ )

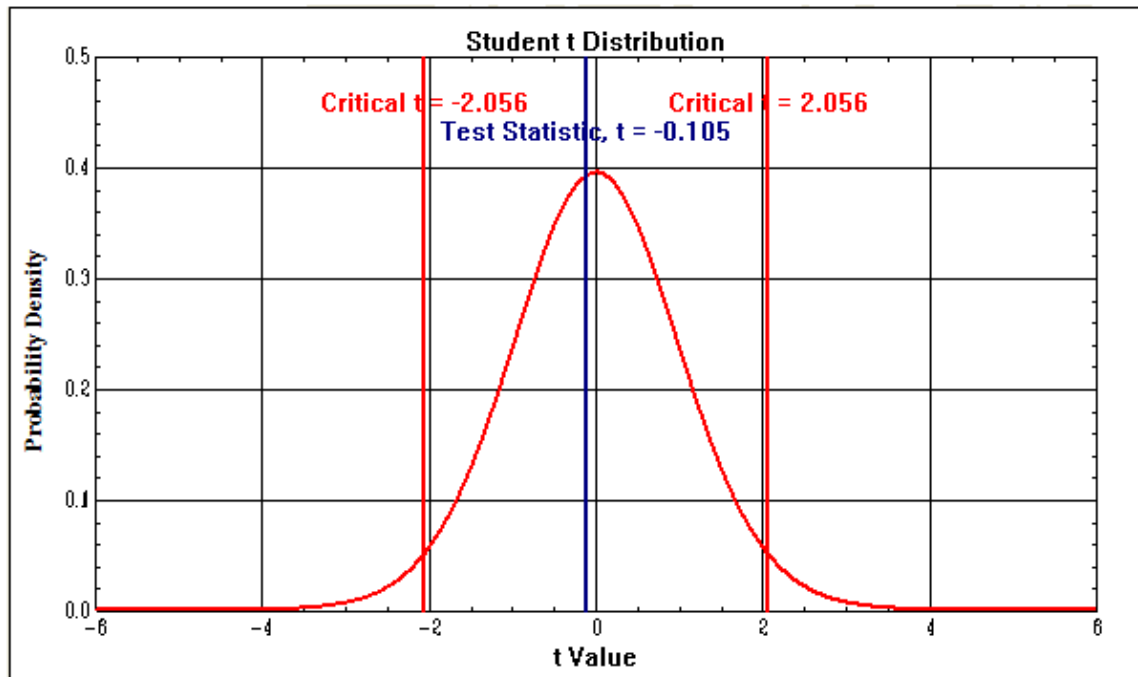
Na Figura 13, verifica-se o resultado do teste t de Student ao comparar o teor de flúor informado pelo controle operacional com o teor de flúor encontrado na amostra 1. Como a estatística de teste caiu dentro da região crítica ( $t = 4.897$ ), excedendo o valor crítico  $\pm 2.056$ , rejeita-se a hipótese nula, portanto, há suficiente evidência para apoiar a afirmativa de que existe diferença significativa entre os teores de flúor informados pelas companhias de água, que operam as ETAs e os teores encontrados nas amostras 1 ( $p < 0,05$ ) (Apêndice I).





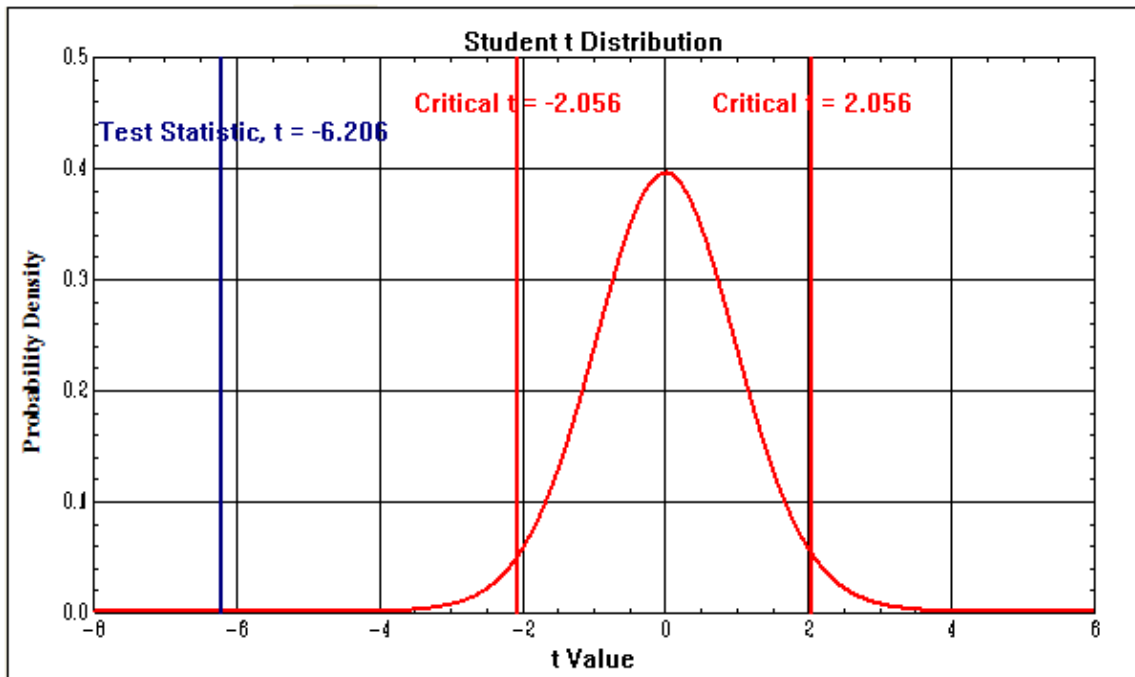
**Figura 13** - Teste estatístico t de Student comparando o teor de flúor informado pelo controle operacional e o teor de flúor encontrado na amostra 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas, Ceará, 2007.

A Figura 14 mostra o resultado do teste t de Student ao comparar o teor ótimo de flúor (0,7 ppm) e os teores informados pelo controle operacional das ETAs. O valor estatístico (t), -0,105, não excedeu o valor crítico de  $\pm 2.056$ , estando dentro da zona de aceitação. Dessa forma, aceita-se a hipótese de que os valores informados pelas companhias de água são iguais a 0,7 ppm a um nível de significância de 0,05. (Apêndice I).



**Figura 14** - Teste estatístico t de Student comparando o teor de 0,7 ppm de flúor e os teores informados pelo controle operacional das ETAs, Ceará. 2007.

Ao comparar o teor ótimo de flúor (0,7 ppm) e o teor encontrado nas amostras 1, dos municípios que realizam a fluoretação das águas, foi verificado que existe diferença significativa, uma vez que o valor  $t = -6.206$  excedeu o valor crítico de  $\pm 2.056$  ( $p < 0,05$ ) (Figura 15). (Apêndice D).



**Figura 15** - Teste estatístico t de Student comparando o teor de 0,7 ppm e os teores encontrados nas amostras 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas, Ceará, 2007.

A média das concentrações do flúor observada nas amostras 1 (0,477) dos municípios que realizavam a fluoretação das águas foi inferior à média dos valores fornecidos no questionário (0,691) pelos operadores das ETAs, que fluoretavam as águas.

Pode-se observar que a presença de flúor em concentrações inferiores dos considerados ideais, em localidades onde há sistema de fluoretação da água, é característica comum não só do Ceará, mas em todo o nosso país. Segundo Narvai (2000), a maioria dos trabalhos que acompanham a dosagem do nível ótimo de flúor, nos municípios brasileiros, descreve uma irregularidade desses níveis, o que dificulta a avaliação do efeito protetor à cárie dental e o risco à fluorose dental.

No Estado do Rio Grande do Sul, Barros *et al.* (1990) verificaram instabilidade nas concentrações de flúor nas águas de abastecimento público de Porto Alegre, havendo redução dos benefícios esperados por esse método. Ainda neste mesmo estado, Lima *et al.* (2004) realizaram um heterocontrole dos níveis de flúor, em Pelotas, por dois anos. Os autores constataram grande variabilidade dos níveis de flúor ao longo do período de monitoramento, prejudicando o efeito preventivo do método no controle da cárie dental e aumentando os riscos de fluorose.

Maia *et al.* (2003), realizando um controle operacional da fluoretação das águas de Niterói, Rio de Janeiro, observaram variabilidade e descontinuidade das concentrações de flúor. Nesse estudo, 96% das amostras tinham valores inadequados, variando de 0,03 ppm a 1,49 ppm de flúor.

No Estado do Piauí, o heterocontrole da fluoretação das águas de Teresina, Floriano e Parnaíba, realizado por Silva *et al.* (2007), apresentou concentrações de flúor abaixo dos níveis necessários para a prevenção da cárie dental.

No Ceará, Luz *et al.*, (1998) analisaram por um ano amostras de água em Fortaleza. Os autores verificaram que 59,3% das amostras apresentaram teores não aceitáveis de flúor.

Observa-se a necessidade de implantação de sistemas de vigilância sanitária baseados no heterocontrole dos teores de flúor nos municípios do Ceará, devendo este ser contínuo e efetivo para um melhor aproveitamento dos investimentos públicos na área. A exemplo, Ramires *et al.*, (2006), verificaram que a implantação do heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento de Bauru-SP apontou melhorias das condições de fluoretação das águas após um ano.

Não se pode excluir alguns fatores que podem estar relacionados com os diferentes valores do teor de flúor encontrados na amostra 1 e nos fornecidos pela ETA que realizavam a fluoretação. O método de análise utilizado para verificação do teor de flúor no monitoramento das ETAs foi em 50% o colorimétrico (SPANDS) (Figura 13), que é um método sujeito a erros de leitura pela presença de íons interferentes na água. Já na amostra 1 desta pesquisa, o método de análise foi o eletrométrico, que tem característica de ser mais preciso e exato do que os colorimétricos. A frequência do monitoramento em alguns municípios foi mensal e semanal (Figura 12), o que dificulta o controle contínuo dos teores, além disso, tem maiores chances de não ter coincidido com o dia da coleta da amostra 1 dos referidos municípios e, assim, ter informado valores defasados.

Sugere-se a implantação de sistemas de fluoretação nos municípios cearenses para a melhoria das condições de saúde bucal da população, uma vez que nesta pesquisa pode-se observar que grande parte dela não está exposta aos benefícios promovidos pelo flúor através da água.

Dos 184 municípios do Estado do Ceará, 182 possuem sistemas de abastecimento público de água, e apenas 28 deles realizam a fluoretação. Nota-se negligência do cumprimento

da Lei Federal nº 6.050/74 e falta de conscientização dos órgãos responsáveis em relação aos benefícios que a utilização desse método proporciona à saúde bucal da população.

Além disso, verifica-se a necessidade de ações de vigilância sanitária em relação ao teor de flúor na água, de forma contínua e regular, não somente nos municípios que realizam a fluoretação, mas também naqueles que não possuem este método, visto que foram encontradas amostras em municípios sem fluoretação das águas com valores de flúor acima dos aceitáveis, representando riscos de fluorose dental.

Em acréscimo, urge o heterocontrole nos municípios que possuem fluoretação das águas, visto que 41,34% da população cearense têm acesso à água fluoretada e apenas 6,91% realmente consomem água com teores considerados ideais para a prevenção da cárie dental, apontando falhas na manutenção ótima da concentração do flúor.

## 6. CONCLUSÕES

Nas condições em que esta pesquisa foi desenvolvida e, segundo a metodologia utilizada, pode-se concluir que:

- A maioria dos municípios cearenses (69,02%) apresentou teor de flúor no centro da cidade abaixo de 0,3 ppm e apenas 6,52% possuíram este teor nos valores considerados ideais para a prevenção da cárie dental.
- Não houve diferença significativa entre os teores de flúor das amostras coletadas na ETA e no centro da cidade, sugerindo não haver perda ou ganho considerável de flúor pela rede de distribuição.
- 28 municípios cearenses realizam a fluoretação das águas, sendo 60,7% abastecidos pela CAGECE e 39,3% pelo SAAE. Todos os municípios que fluoretam utilizam o fluossilicato de sódio como composto fluoretante e a maioria (71,4%) realiza monitoramento dos teores de flúor a cada duas horas. O método de análise do teor de flúor utilizado no controle operacional ainda é o colorimétrico (SPANDS ou Alizarina), em 67,9% dos municípios.
- Não houve coincidência nos teores de flúor encontrados na amostra 1 dos municípios que fluoretam água e os informados pelo controle operacional da própria ETA, sendo estes próximos de 0,7 ppm de flúor e aqueles distantes deste valor.

Se toda a população cearense que tem acesso à água fluoretada (41,34%) realmente a consumisse com os teores de flúor dentro da faixa considerada ideal, provavelmente os indicadores de saúde bucal do estado seriam melhores, o que não foi verificado, já que apenas 6,91% da população recebem água com teores de flúor entre 0,6 e 0,8 ppm.

Seria prudente a realização de mais trabalhos semelhantes a este no Estado do Ceará para a constatação dos resultados obtidos e melhor direcionamento e planejamento das ações de saúde bucal coletiva no âmbito público.

## REFERÊNCIAS

ALVES, N. S. S.; SAMPAIO, F. C. Fluoretação das águas no estado da Paraíba situação atual e perspectivas. **Rev Aboprev**, Salvador, v. 7, n. 2, p. 40-46, jul/dez. 2004.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA, WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington, DC: APHA, 1998.

ANANIAN, A.; SOLOMOWITZ, B. H.; DOWRICH, I. A. Fluoride: a controversy revisited. **NJSDJ**. v. 72, n. 3, p. 14-8, abr/maio. 2006.

ANONYMOUS. Recommendations for using fluoride to prevent and control dental caries in the United States. Centers for Disease Control and Prevention. **MMWR**, v. 50, p. 1-42, 2001.

ARCIERI, R. M.; CARVALHO, M. de L.; GONÇALVES, L.M.G.; ALMEIDA, H. A.; PEREIRA, A. L. C.; OLIVEIRA, E. M. Estudo comparativo da prevalência da cárie dentária após 10 (dez) anos da adição de flúor nas águas de abastecimento público de Uberlândia – MG. **Rev Paul Odontol**. v. 8, n. 2, p. 46-55, mar-abr, 1986.

ASSIS, G. F. *et al.* Mecanismos biológicos e influência de fatores ambientais na fluorose dentária e a participação do flúor na prevenção da cárie. Revisão de literatura. **Rev Fac Odontol Bauru**, Bauru, v. 7, n. ¾, p. 63-70, jul/dez. 1999.

AZCURRA, A. I.; BATTELLINO, L. J.; CALAMARI, S. E.; CATTONI, S. T. D.; KREMER, M.; LAMBERGHINI, F. C. Estado de salud bucodental de escolares residentes en localidades abastecidas con agua de consumo humano de muy alto y muy bajo contenido de fluoruros. **Rev. Saúde Pública**, n. 29, v. 5, p. 364-375, 1995.

BALDANI, M. H.; NARVAI, P. C.; ANTUNES, J. L.F. Cárie dentária e condições sócio-econômicas no Estado do Paraná, Brasil, 1996. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 18, v. 3, p. 755-763, maio-jun, 2002.

BARROS, E. R. C. de; SCAPINI, C.; TOVO, M. F. Resultados da fluoretação da água. **RGO**. v. 41, n. 5, p. 303-308, set/out, 1993.

BARROS, E. R. C.; TOVO, M.F.; SCAPINI, C. Análise crítica da fluoretação de águas. **RGO**, Porto Alegre, v. 38, n. 4, p. 247-254, jul/ago., 1990.

BASTING, R.T.; PEREIRA, A. C.; MENEGHIM, M. C. Avaliação da prevalência de cárie dentária em escolares do município de Piracicaba, SP, Brasil, após 25 anos de fluoretação das águas de abastecimento público. **Revista de Odontologia da USP**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 287-292, out/dez, 1997.

BASTOS, J.R.M.; LOPES, E. S.; FREITAS, S. F. T. de. Panorama Mundial após 50 anos de uso do flúor. **RGO**, Porto Alegre, v. 41, n. 5, p. 309-311, set./out., 1993.

BASTOS, R. S.; BIJELLA, V. T.; BASTOS, J. R. M.; BUZALAF, M. A. R. Declínio de cárie dentária e incremento no percentual de escolares, de 12 anos de idade, livres da doença, em Bauru, São Paulo, entre 1976 e 1995. **Rev Fac Odontol Bauru**. v. 10, n. 2, p. 75-80, 2002.

BLEICHER, L. **Fluoretação das águas de abastecimento público do Ceará** [Dissertação]. Fortaleza (CE): Universidade Estadual do Ceará, 2000.

BLEICHER, L.; FROTA, F. H. S. Fluoretação da água: uma questão de política pública – o caso do Estado do Ceará. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 11, n. 1, p. 71-78, 2006.

BLEICHER, L.; FROTA, F. H. S. Panorama da fluoretação da água de abastecimento em municípios cearenses. **Rev ABOPREV**, v. 5, n. 1, p. 13-22, 2002.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J.C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística – enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. São Paulo: Artmed Editora, 2004.

BOTTO, M. P. **Avaliação do processo de desinfecção solar (SODIS) e de sua viabilidade social no Estado do Ceará**. [Dissertação]. Fortaleza (CE): Universidade Federal do Ceará, 2006.

BRASIL. **Decreto n. 76.872 de 22 de dezembro de 1975**. Regulamenta a Lei n. 6050, que dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas públicos e abastecimento. Legislação Federal, Brasília, 1975a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/antigos/D76872.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/D76872.htm)>. Acesso em 24 de abr. 2004.



BRASIL. **Lei n. 6050 de 24 de maio de 1974**. Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento. Legislação Federal, Brasília, 1974. Disponível em: <[http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/lei6050\\_24\\_05\\_74.pdf](http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/lei6050_24_05_74.pdf)>. Acesso em 13 de jun. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ações propiciadas e desenvolvidas pela Política Nacional de Saúde Bucal – Brasil Sorridente**. Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=23649&janela=1](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=23649&janela=1)>. Acesso em 27 jul. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Brasil Sorridente**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004a. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual\\_brasil\\_sorridente4.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_brasil_sorridente4.pdf)>. Acesso em 13 fev. 2005.

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 sistema público de abastecimento de água. Brasília: Ministério da Saúde, 2004b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Levantamento da Situação da Fluoretação de Águas de Abastecimento Público**, Brasília, 1996. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sps/areastecnicas/bucal/home.htm>>. Acesso em 17 ago. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. **Projeto SB Brasil 2003: condições de saúde bucal da população brasileira 2002-2003: resultados principais**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004d. Disponível em: <[http://www.cfo.org.br/download/pdf/relatorio\\_sb\\_brasil\\_2003.pdf](http://www.cfo.org.br/download/pdf/relatorio_sb_brasil_2003.pdf)>. Acesso em 20 ago. 2007.

BRASIL. **Portaria nº 1565 de 26 de agosto de 1994**. Brasília: Ministério da Saúde, 1994. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=480&word=>>>. Acesso em 09 de out. 2007.

BRASIL. **Portaria nº 518 de 25 de março de 2004**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004c. Disponível em: <[http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/portaria518\\_25\\_03\\_04.pdf](http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/portaria518_25_03_04.pdf)>. Acesso em: 13 de jun. 2006.

BRASIL. **Portaria No 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975**. Brasília: Ministério da Saúde, 1975b. Disponível em: <[http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/portaria635\\_26\\_12\\_75.pdf](http://dtr2004.saude.gov.br/dab/saudebucal/legislacao/portaria635_26_12_75.pdf)>. Acesso em 18 jul. 2007.

BURT, B. A.; KEELS, M. A.; HELLER, K. E. The effects of break in water fluoridation on the development of dental caries and fluorosis. **J Dent Res**. v. 79, n. 2, p. 761-769, 2000.

CALVO, M. C. M. **Situação da fluoretação de águas de abastecimento público no Estado de São Paulo-Brasil**. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 1996.

CANGUSSU, M. C. T.; NARVAI, P. C.; FERNANDEZM, R. C.; DJEHIZIAN, V. A. fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica. **Cad. Saúde Pública**. jan/fev; 18(1): 7-15, 2002.

CANGUSSU, M. C. T.; FERNANDEZ, R. A. C.; RIVAS, C. C.; FERREIRA JR, C.; SANTOS, L. C. S. Prevalência da fluorose dentária em escolares de 12 e 15 anos de idade em Salvador, Bahia, Brasil, 2001. **Cad Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 129-135, jan/fev, 2004.

CEARÁ. Secretaria de Saúde do Estado. **Levantamento epidemiológico em saúde bucal no Estado do Ceará – SB Ceará: resultados finais**. Secretaria de Saúde do Estado do Ceará. Fortaleza: Secretaria de Saúde do Estado do Ceará. Fortaleza, 2004.

CLARK, D. C.; SHULMAN, J. D.; MAUPOMÉ, G.; LEVY, S. M. Changes in dental fluorosis following the cessation of water fluoridation. **Community Dent Oral Epidemiol**. v. 34, p. 197-204, 2006.

CLARKSON, J. J.; BARMES, D.; HARDWICK, K. & RICHARDSON, L. M. International Collaborative Research on Fluoride. **Journal for Dental Research**. v. 79, p. 893-904, 2000.

CONNET, P. The absurdities of water fluoridation. **RFW**, nov. 2002. Disponível em <[http://www.redflagsweekly.com/connett/2002\\_nov28.html](http://www.redflagsweekly.com/connett/2002_nov28.html)>. Acesso em 14 jun 2006.

CURY, J. A. **Uso do flúor e controle da cárie como doença**. In: BARATIERI, L. N.; ANDRADA, M. A. C.; MONTEIRO, S. J. (Org.) *Odontologia Restauradora*. São Paulo: Editora Santos, 2001. cap. 2, p. 33-68.

CYPRIANO, S. ; PECHARKI, G.D. ; SOUSA, M. L.R. ;WADA, R.S. A saúde bucal de escolares residentes em locais com e sem fluoretação nas águas de abastecimento público na região de Sorocaba, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1063-1071, jul/ago, 2003.

DENBESTEN, P. K., Biological mechanisms of dental fluorosis relevant to the use of fluoride supplements. **Community Dentistry and Oral Epidemiology**, v. 27, p. 41-47. 1999.

D'HOORE, W.; VAN NIEUWENHUYSEN, J. P, VREVEN, J. D'el. Epidemiologie à la epidemiologie sociale en dentisterie: l'exemple de la carie. **Rev. Belga Med. Dent.** v.2, p. 44-50, 1992.

FEJERSKOV, O.; BEALUM, V.; RICHARDS, A. **Dose response and dental fluorosis.** In: FEJERSKOV, O.; EKSTRAND, J.; BURT, B. A. Fluoride in Dentistry. 2 ed. Copenhagen: Munksgaard, p. 153-166, 1996.

FEJERSKOV, O. **Fluorose dentária** – Um manual para profissionais da saúde. São Paulo: Santos, 1994.

FRIAS, A. C.; NARVAI, P. C.; ARAÚJO, M. E.; ZILBOVICIUS, C.; ANTUNES, J. L. F. Custo da fluoretação das águas de abastecimento público, estudo de caso- Município de São Paulo, Brasil, período de 1985-2003. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1237-1246, jun, 2006.

GALAGAN, D. J.; VERMILLION, J. R. Determining optimum fluoride concentrations. **Public Health Rep.**, Washington, v.72, p. 491-493, 1957.

GONINI, C. A. J.; MORITA, M. C. Dental fluorosis in children attending basic health units. **J Appl Oral Sci, Bauru**, v. 12, n.3, p. 189-194, 2004.

HEIFETZ, S. B. HOROWITZ, H. S. The amounts of fluoride in current fluoride therapies: safety considerations for children. **J. Dent. Child.** , Chicago, v. 51, n. 4, p. 257-269, july/aug.1984.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população 2007.** IBGE, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>> Acesso em: 8 ago. 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Departamento de População e Indicadores Sociais. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. IBGE, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>>. Acesso em: 31 jul. 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2006**. IBGE, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/Trabalho\\_e\\_Rendimento/Pesquisa\\_Nacional\\_por\\_Amostra\\_de\\_Domicilios\\_anual/2006/Sintese\\_Indicadores/2004\\_2006/Domicilios/](http://www.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_anual/2006/Sintese_Indicadores/2004_2006/Domicilios/)>. Acesso em: 10 out. 2007.

KOZLOWSKI, F. C.; PEREIRA, A. C. **Métodos de utilização do flúor sistêmico**. In: PEREIRA, A. C.; ASSAF, A. V.; RONCALLI, A. G.; PERES, A. S.; BOTAZZO, C.; TEN, C, Y. *et al.*(Org.) Odontologia em saúde coletiva: planejando ações e promovendo saúde. Porto Alegre: Artmed, 2003. cap 14, p. 265-274.

LEMKE, C. W.; DOHERTY, J. M.; ARRA, M. C. Controlled fluoridation: the dental effects of discontinuation in Antigo, Wisconsin. **J Amer Dent Assoc.**, v. 80, p. 782-786, 1970.

LIMA, F. G.; LUND, R. G.; JUSTINO, L. M.; DEMARCO, F. F.; DEL PINI, 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.

LOWRY, R.; STEEN, N.; RANKIN, J. Water fluoridation, stillbirth, and congenital abnormalities. **J. Epidemiol. Community Health**, v. 57, p. 499-500, 2003.

LUZ, A. S.; NUTO, S. A. S.; VIEIRA, A. P. G. F. **Vigilância Sanitária da Fluoretação das águas de abastecimento público no município de Fortaleza-CE**. In: FORTE, B. P.; GUEDES, M. V. C. Conhecimento e poder em saúde: cultura acadêmica da prática clínica e social aplicada. Fortaleza: Pós-Graduação/DEN/UFC, 1998.

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.

MALTZ, M.; SILVA, B. B. Relação entre cárie, gengivite, e fluorose e nível sócio-econômico em escolares. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n.2, p. 170-176, 2001.

MARTHALER, T. M. Successes and drawbacky in the caries preventive use of fluorides – lessons to be learnt from history. **Oral Health Preventive Dentistry**, New Malden, v.1 , n. 2, p. 129-140, 2003.

MARTILDES, M. L. R.; CRISÓSTOMO, F. P.; OLIVEIRA, A. W. S. Avaliação da prevalência de cárie em escolares de Ico, Ceará, Brasil, após seis anos de fluoretação das águas de abastecimento público. **Divulg Saúde Debate**. v. 10, p. 38-42, 1995.

MAURER, J. K. ; CHENG, M. C. ; BOYSEN, B. G. ; ANDERSON, R. L. Two-year carcinogenicity study of sodium fluoride in rats. **Journal of the National Cancer Institute**. v. 82, n. 13, p. 1118-1126, 1990.

MC DONALD, R. E.; AVERY, D. R. **Cárie dentária na criança e no adolescente**. In: MC DONALD, R. E.; AVERY, D. R. (Org.) *Odontopediatria*. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap.10, p. 151-177.

MENEZES, L. M. B de. **Flúor e a promoção da saúde bucal**. In: DIAS, A. A.; MARTINS, A. L. C.; AGUIAR, A. S. W.; OLIVEIRA, A. G. R. C.; CALDAS JÚNIOR, A. F.; ZANETTI, C. H. G. *et al.* (Org.) *Saúde bucal coletiva: metodologia de trabalho e praticas*. São Paulo : Santos Livraria Editora, 2006. cap. 11, p. 211-230.

MENEZES, L. M. B.; SOUSA, M. L. R.; RODRIGUES, L. K. A.; CURY, J. A. Autopercepção da fluorose pela exposição a flúor pela água e dentifrício. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 6, p. 752-754, 2002.

MORAES, I. R. de. **Fluorose dentária: um estudo epidemiológico em escolares de 10 a 14 anos numa comunidade rural com altos teores naturais de flúor na água de consumo, Sobral-CE**. Fortaleza, 1999. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)- Departamento de Saúde Comunitária, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, 85p.

NARVAI, P.C. Cárie dental e flúor: uma relação do século XX. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 5, p. 183-189, 2000.

NEWBRUN, E. Topical fluoride therapy: discussion of some aspects of toxicology, safety and efficacy. **J. Dent. Res.**, Washington, v.64, n.5, p. 1084-86, may, 1987.

NOWAK, A.; CRALL, J. **Prevenção da doença dental**. In: PINKAHAM, J. R. *et al.* (Org.) *Odontopediatria – da infância à adolescência*. São Paulo: Artes Médicas, 1996. cap. 14, p. 213-232.

OLIVEIRA, C. M. B.; ASSIS, D. F.; FERREIRA, E. F. Avaliação da fluoração da água de abastecimento público de Belo Horizonte, MG, após 18 anos. **Rev. CRO-MG**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p.62-66, ago/dez, 1995.

PEREIRA, A. C.; MIALHE, F. L. Da C.; MENEGHIM, M. De C. Prevalência de cárie e fluorose dentária em escolares de cidades com diferentes concentrações de flúor na água de abastecimento. **Rev Bras Odont Saúde Coletiva**, v. 2, n. 1, p.34-39, jan/jun. 2001.

PINTO, V. G. Revisão sobre o uso e seguridade do flúor. **RGO**, v. 41, n. 5, p. 263-266, set/out., 1993.

PRADO, I, A. T.; BEEVVMLIERI, C. M.; NARVAI, P. C.; SCHNEIDER, D. A.; MANFREDINI, M. A. Estabilidade do flúor em amostras de água. **RGO**, v. 40, p. 197-199, 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. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 4, p. 1057-1065, 2007.

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

RIPA, L. W. A half-century of community water fluoridation in the United States: review and commentary. **Journal of Public Health Dentistry**, Springfield, Winter, v. 53, n. 1, p. 17-44, 1993.

SAMPAIO, F. C. **Flúor: pesquisas atuais**. In: In: DIAS, A. A.; MARTINS, A. L. C.; AGUIAR, A. S. W.; OLIVEIRA, A. G. R. C.; CALDAS JÚNIOR, A. F.; ZANETTI, C. H. G. *et al.* (Org.) Saúde bucal coletiva: metodologia de trabalho e praticas. São Paulo : Santos Livraria Editora, 2006. cap. 9, p. 175-186.

SAMPAIO, F. C.; FORTE, F. D. S.; VELOSO, D. J. **Uso racional do flúor**. In: RODE, S. M. GENTIL, S. M. (Org.) Atualidades Odontológicas: 23 CIOSP. 1 ed. São Paulo, cap 28, p. 573-589, 2005.

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

SILVA, J. S.; VAL, C. M.; COSTA, J. N.; MOURA, M. S.; SILVA, T. A. E.; SAMPAIO, F. C. Heterocontrole da fluoretação das águas de três cidades do Piauí, Brasil. **Cad Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 5, p. 1083-1088, maio, 2007.

SILVA, J. S. **Flúor nas águas de abastecimento público do Piauí, Brasil**: mapeamento e heterocontrole. Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Odontologia pela Universidade Federal da Paraíba, p. 112, 2005.

SILVA, M. F. **Flúor: metabolismo, toxicologia, fluorose e cárie dental**. In: ABOPREV, Promoção de Saúde Bucal/Léo Kriger (Org.). 3 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2003. cap. 9. p. 153-177.

SILVA, M. F. de A. **Prevenção da cárie dental**. In: PINTO, V. G. (Org.). Saúde Bucal Coletiva. 4 ed. São Paulo: Santos. cap. 13, p. 353-401, 2000.

TAVARES, P. G.; BASTOS, JRM. Concentração de flúor na água: cárie, fluorose e teor de flúor urinário em escolares de Bauru-SP. **Revista da APCD**, São Paulo, v. 53, n. 5, p.407-414, set/out. 1999.

THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. **Cariologia Clínica**. São Paulo: Santos, 3 ed., 2001.

TOASSI, R. F. C.; ABEGG, C. Fluorose dentária em escolares de um município da serra gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cad Saúde Pública**, v. 21, n. 2, p. 652-655, mar-abr, 2005.

VIEGAS, Y.; VIEGAS, A. R. Análise dos dados de prevalência de cárie dental na cidade de Barretos, SP, Brasil, depois de dez anos de fluoretação da água de abastecimento público. **Rev. Saúde Pública**. v. 19, p. 287-299, 1985.

WHITFORD, G. M. **The metabolism and toxicity of fluoride**. 2 ed. Basel: Karger, 1996.

WHO (World Health Organization). **Fluorides and Oral Health**. Who Technical Report Series. Geneva: WHO, 1994.

WIVES FILHO, J.; BARROS, E. R. C.; SANTOS, F. B. Análise do teor de flúor nas águas de abastecimento público. **Revista da Faculdade de Odontologia**, Porto Alegre. 21-22-23-24. p. 9-20, 1979/82.

YIAMOUIYIANNIS, J. **Fluoride: The Aging Factor**, 1993. Disponível em <<http://www.fluoridealert.org/aging-factor.htm>>. Acesso em 14 jun. 2006.



## **APÊNDICE**

**APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido**

Estamos desenvolvendo uma pesquisa intitulada “ANÁLISE DO TEOR DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO CEARÁ”. Nosso objetivo é analisar os teores de flúor das águas de abastecimento público dos municípios do Ceará. Gostaríamos de poder contar com a sua participação para responder um questionário. Informamos que esta pesquisa não lhe trará risco nem prejuízo a sua pessoa, e que você pode desistir de participar desta no momento em que decidir. Você não será prejudicado de qualquer forma caso sua vontade seja de não colaborar sem que isso lhe acarrete qualquer penalidade. Os dados individuais não serão divulgados em nenhuma hipótese. Se quiser mais informações sobre o nosso trabalho, por favor, entre em contato através do telefone (85) 3224- 0117 ou (85) 9929-1224. Secretaria do Comitê de Ética: (85) 3366-8338.

Tendo sido informado sobre a pesquisa “ANÁLISE DO TEOR DE FLÚOR NAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DO CEARÁ”, concordo em participar.

Nome do entrevistado: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Local e data: \_\_\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Pesquisador: \_\_\_\_\_

Cláudia Maria Frota Lima Botto.

Estudante do Curso de Mestrado em Odontologia da UFC.

## **APÊNDICE B - Protocolo para a coleta das amostras de água para análise do teor de flúor**

A coleta das amostras de água deverá ser realizada pelo Coordenador de Saúde Bucal ou pelo Agente da Vigilância Sanitária do município.

Cada município deverá realizar duas amostras:

1. **AMOSTRA 1:** deverá ser coletada em uma torneira na Estação de Tratamento de Água (ETA), após o processo de tratamento. Pode ser uma torneira da própria estação de tratamento, contanto, que a água já tenha sido tratada. Nos municípios que possuem sistema de fluoretação de água, a coleta deverá ser realizada após o tratamento e a fluoretação da água. Utilizar o frasco com a tampa VERMELHA.
2. **AMOSTRA 2:** deverá ser coletada de uma torneira residencial ou pública, que seja abastecida pela ETA, isto é, da mesma rede de distribuição que vem da ETA. Esta torneira deverá se localizar no centro da cidade. Utilizar o frasco com a tampa BRANCA.

A coleta deverá ser feita nos frascos de polietileno de 200mL fornecidos ao município, os quais já possuem identificação (AMOSTRA 1 e AMOSTRA 2). Os frascos devem ser preenchidos de acordo com a sua rotulação e seguir as recomendações descritas nos itens 1 e 2 deste protocolo.

Durante a coleta deve ser descartado o primeiro jato de água e só então o frasco deve ser preenchido por completo. Estes devem ser fechados corretamente e enviados o mais rápido possível ao Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN) de Fortaleza, localizado na Avenida Barão de Studart 2405, no bairro da Aldeota, e destinados ao setor de análise laboratorial de água, onde será realizada a análise da amostra.

Além disso, deverão ser informados nos papelotes do LACEN, que seguem anexos, o dia e a hora da coleta, o nome, a função e o telefone de contato do profissional que realizou a coleta para possível esclarecimento.

**APÊNDICE C – Questionário enviado às ETAs que fluoretavam as águas de abastecimento**

1. Nome da ETA: \_\_\_\_\_
2. Municípios que são abastecidos por esta ETA: \_\_\_\_\_
3. Órgão responsável pela fluoretação  
 SAAE     CAGECE     Outros. Especificar \_\_\_\_\_
4. Número de ligações ou domicílios abastecidos por esta ETA: \_\_\_\_\_
5. Ano do início da fluoretação: \_\_\_\_\_
6. Qual o sal utilizado para a fluoretação? \_\_\_\_\_
7. Há algum reservatório de água após a fluoretação das águas?  
 Sim                       Não
- 7.1. Se sim, como é esse reservatório?  
 Aberto     Coberto     Fechado     Outros. Especificar: \_\_\_\_\_
8. Há monitoramento das concentrações de flúor?  
 Sim                       Não
- 8.1 Qual a frequência desse monitoramento? \_\_\_\_\_
- 8.2 Qual o método de análise utilizado para o monitoramento das concentrações de flúor?  
 Colorimétrico de Alizarina  
 SPANDS  
 Eletrométrico  
 Outros. Especificar \_\_\_\_\_
- 8.3. Em qual(is) local(is) do sistema de abastecimento de água são realizadas essas medições?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 8.4. Qual a concentração de flúor encontrada na última análise? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Local e data

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do responsável que preencheu o questionário.

**APÊNDICE D – Relação das instituições abastecedoras de água dos municípios do Ceará e presença da fluoretação das águas**

<b>Municípios</b>	<b>Instituições que abastecem água</b>	<b>Fluoretação das águas</b>
Abaiara	CAGECE	Não
Acarapé	CAGECE	Não
Acaraú	CAGECE	Não
Acopiara	CAGECE	Não
Aiuaba	Prefeitura	Não
Alcântaras	CAGECE	Sim
Altaneira	CAGECE	Sim
Alto Santo	CAGECE	Não
Amontada	SAAE	Não
Antonina do Norte	CAGECE	Não
Apuiarés	CAGECE	Não
Aquiraz	CAGECE	Não
Aracati	CAGECE	Não
Aracoiaba	CAGECE	Não
Ararendá	Prefeitura	Não
Araripe	CAGECE	Não
Aratuba	CAGECE	Não
Arneiroz	CAGECE	Sim
Assaré	CAGECE	Não
Aurora	CAGECE	Não
Baixio	CAGECE	Não
Banabuiú	SAAE	Não
Barbalha	CAGECE	Não
Barreira	CAGECE	Não
Barro	CAGECE	Não
Barroquinha	CAGECE	Não
Baturité	CAGECE	Não
Beberibe	CAGECE	Não
Bela Cruz	CAGECE	Não
Boa Viagem	SAAE	Sim
Brejo Santo	SAAEBS	Não
Camocim	SAAE	Sim
Campos Sales	CAGECE	Não
Canindé	SAAE	Sim

<b>Municípios</b>	<b>Instituições que abastecem água</b>	<b>Fluoretação das águas</b>
Capistrano	CAGECE	Não
Caridade	CAGECE	Não
Carire	CAGECE	Não
Caririaçu	SAMAE	Não
Cariús	CAGECE	Não
Carnaubal	CAGECE	Sim
Cascavel	CAGECE	Sim
Catarina	CAGECE	Não
Catunda	CAGECE	Não
Caucaia	CAGECE	Sim
Cedro	CAGECE	Não
Chaval	CAGECE	Não
Choro	CAGECE	Não
Chorozinho	CAGECE	Não
Coreaú	CAGECE	Não
Crateús	CAGECE	Sim
Crato	SAAEC	Não
Croata	CAGECE	Não
Cruz	CAGECE	Não
Ererê	CAGECE	Não
Eusébio	CAGECE	Sim
Farias Brito	CAGECE	Não
Forquilha	CAGECE	Não
Fortaleza	CAGECE	Sim
Fortim	CAGECE	Não
Frecheirinha	CAGECE	Não
General Sampaio	CAGECE	Não
Graça	CAGECE	Não
Granja	SAAE	Não
Granjeiro	CAGECE	Não
Groaíras	CAGECE	Não
Guaiúba	CAGECE	Não
Guaraciaba do Norte	CAGECE	Sim
Guaramirangua	CAGECE	Não
Hidrolândia	CAGECE	Não
Horizonte	CAGECE	Não
Ibaretama	Não há	Não
Ibiapina	CAGECE	Sim

<b>Municípios</b>	<b>Instituições que abastecem água</b>	<b>Fluoretação das águas</b>
Ibicuitinga	CAGECE	Não
Icapuí	SAAE	Não
Icó	SAAE	Sim
Iguatu	SAAE	Sim
Independência	CAGECE	Não
Ipaporanga	Prefeitura	Não
Ipauimir	CAGECE	Não
Ipu	SAAE	Sim
Ipueiras	CAGECE	Não
Iracema	CAGECE	Não
Irapuan Pinheiro	SAAE	Não
Irauçuba	CAGECE	Não
Itaiçaba	CAGECE	Não
Itaitinga	CAGECE	Não
Itapagé	SAAE	Não
Itapipoca	CAGECE	Não
Itapiúna	CAGECE	Não
Itarema	CAGECE	Não
Itatira	CAGECE	Não
Jaguaretama	CAGECE	Não
Jaguaribara	CAGECE	Não
Jaguaribe	SAAE	Sim
Jaguaruana	CAGECE	Não
Jardim	SAEJ	Não
Jati	CAGECE	Não
Jijoca de Jericoacoara	CAGECE	Não
Juazeiro do Norte	CAGECE	Não
Jucás	SAAE	Não
Lavras da Mangabeira	CAGECE	Não
Limoeiro do Norte	SAAE	Sim
Madalena	SAAE	Não
Maracanaú	CAGECE	Sim
Maranguape	CAGECE	Não
Marco	CAGECE	Não
Martinópole	CAGECE	Suspensão
Massapé	CAGECE	Não
Mauriti	CAGECE	Não
Meruoca	CAGECE	Não

<b>Municípios</b>	<b>Instituições que abastecem água</b>	<b>Fluoretação das águas</b>
Milagres	CAGECE	Não
Milha	SAAE	Não
Miraíma	CAGECE	Não
Missão Velha	CAGECE	Não
Mombaça	CAGECE	Não
Monsenhor Tabosa	CAGECE	Não
Morada Nova	SAAE	Sim
Moraújo	CAGECE	Não
Morrinhos	CAGECE	Não
Mulungu	CAGECE	Não
Mucambo	CAGECE	Não
Nova Olinda	CAGECE	Não
Nova Russas	SAAE	Não
Novo Oriente	CAGECE	Não
Ocara	CAGECE	Não
Orós	CAGECE	Não
Pacajus	CAGECE	Não
Pacatuba	CAGECE	Não
Pacoti	CAGECE	Não
Pacujá	CAGECE	Não
Palhano	CAGECE	Não
Palmácia	CAGECE	Não
Paracuru	CAGECE	Não
Paraipaba	CAGECE	Não
Parambu	CAGECE	Não
Paramoti	CAGECE	Não
Pedra Branca	SAAE	Não
Penaforte	CAGECE	Não
Pentecoste	CAGECE	Não
Pereiro	CAGECE	Não
Pindoretama	SAAE	Suspenso
Piquet Carneiro	CAGECE	Não
Pires Ferreira	CAGECE	Suspenso
Poranga	CAGECE	Não
Porteiras	CAGECE	Não
Potengi	CAGECE	Não
Potiretama	CAGECE	Não
Quiterianópolis	CAGECE	Não



<b>Municípios</b>	<b>Instituições que abastecem água</b>	<b>Fluoretação das águas</b>
Quixadá	CAGECE	Não
Quixelô	SAAE	Não
Quixeramobim	SAAE	Sim
Quixeré	CAGECE	Não
Redenção	CAGECE	Não
Reriutaba	CAGECE	Não
Russas	CAGECE	Não
Saboeiro	CAGECE	Não
Salitre	Não há	Não
Santa Quitéria	CAGECE	Não
Santana do Acaraú	CAGECE	Não
Santana do Cariri	CAGECE	Não
São Benedito	CAGECE	Sim
São Gonçalo Amarante	CAGECE	Não
São João do Jaguaribe	SAAE	Não
São Luís do Curu	CAGECE	Não
Senador Pompeu	CAGECE	Não
Senador Sá	CAGECE	Não
Sobral	SAAE	Sim
Solonópole	SAAE	Não
Tabuleiro do Norte	CAGECE	Não
Tamboril	CAGECE	Não
Tarrafas	CAGECE	Não
Tauá	CAGECE	Não
Tejuçuoca	CAGECE	Sim
Tianguá	CAGECE	Sim
Trairi	CAGECE	Não
Tururu	CAGECE	Não
Ubajara	CAGECE	Sim
Umari	CAGECE	Não
Umirim	CAGECE	Não
Uruburetama	CAGECE	Não
Uruoca	CAGECE	Não
Varjota	CAGECE	Não
Várzea Alegre	CAGECE	Não
Viçosa do Ceará	CAGECE	Sim

**APÊNDICE E – Teor de flúor nas amostras 1 e 2 dos municípios do Ceará**

<b>Municípios</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Dia da coleta</b>	<b>Dia da análise</b>
Abaiara	0,122	0,121	05/09/07	06/09/07
Acarape	0,196	0,166	06/06/07	06/06/07
Acaraú	0,100	0,060	02/08/07	03/08/07
Acopiara	0,130	0,130	03/08/07	06/08/07
Aiuaba	0,220	0,210	02/08/07	02/08/07
Alcântaras	0,532	0,549	19/09/07	20/09/07
Altaneira	0,291	0,369	10/08/07	13/08/07
Alto Santo	-	-	-	-
Amontada	0,213	0,296	17/07/07	17/07/07
Antonina do Norte	0,139	0,139	10/08/07	13/08/07
Apuiarés	0,162	0,170	18/07/07	18/07/07
Aquiraz	-	-	-	-
Aracati	0,139	0,123	05/07/07	06/07/07
Aracoiaba	0,137	0,136	18/07/07	18/07/07
Ararendá	0,319	0,315	27/07/07	27/07/07
Araripe	0,195	0,229	10/08/07	13/08/07
Aratuba	0,082	0,079	06/07/07	06/07/07
Arneiroz	0,555	0,726	23/07/07	23/07/07
Assaré	0,185	0,196	10/08/07	13/08/07
Aurora	0,130	0,120	29/08/07	30/08/07
Baixio	0,300	0,300	23/10/07	25/10/07
Banabuiú	0,144	0,149	09/07/07	10/07/07
Barbalha	0,105	0,106	17/07/07	18/07/07
Barreira	0,210	0,220	07/08/07	09/08/07
Barro	0,150	0,120	31/07/07	01/08/07
Barroquinha	0,060	0,060	31/07/07	01/08/07
Baturité	0,044	0,034	05/07/07	05/07/07
Beberibe	0,070	0,049	02/07/07	02/07/07
Bela Cruz	0,179	0,184	31/07/07	31/07/07
Boa Viagem	0,610	0,480	26/06/07	27/06/07
Brejo Santo	0,150	0,190	31/07/07	01/08/07
Camocim	0,340	0,110	31/07/07	01/08/07
Campos Sales	0,183	0,178	23/07/07	24/07/07
Canindé	0,269	0,472	05/07/07	06/07/07
Capistrano	0,184	0,178	09/07/07	09/07/07
Caridade	0,094	0,063	19/07/07	20/07/07

<b>Municípios</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Dia da coleta</b>	<b>Dia da análise</b>
Carire	0,100	0,200	26/09/07	27/09/07
Caririaçu	0,115	0,122	17/07/07	18/07/07
Cariús	0,216	0,220	27/07/07	30/07/07
Carnaubal	0,635	0,660	08/08/07	08/08/07
Cascavel	0,180	0,189	02/08/07	03/08/07
Catarina	0,147	0,185	27/07/07	30/07/07
Catunda	0,548	0,580	19/09/07	20/09/07
Caucaia	0,410	0,400	30/07/07	30/07/07
Cedro	0,340	0,340	05/10/07	09/10/07
Chaval	0,060	0,050	31/07/07	01/08/07
Choró	0,156	0,173	09/07/07	10/07/07
Chorozinho	0,180	0,180	27/06/07	27/06/07
Coreaú	0,200	0,200	26/09/07	27/09/07
Crateús	0,600	0,600	18/10/07	19/10/07
Crato	0,096	0,102	10/08/07	13/08/07
Croatá	0,110	0,060	08/08/07	08/08/07
Cruz	0,080	0,060	01/08/07	02/08/07
Dep. Irapuan Pinheiro	0,370	0,630	31/07/07	01/08/07
Ererê	0,972	1,160	07/08/07	08/08/07
Eusébio	0,580	0,550	26/06/07	26/06/07
Farias Brito	0,362	0,513	10/08/07	13/08/07
Forquilha	0,500	0,300	26/09/07	27/09/07
Fortaleza	0,480	0,500	08/10/07	08/10/07
Fortim	0,056	0,050	10/07/07	11/07/07
Frecheirinha	0,100	0,100	19/09/07	20/09/07
General Sampaio	0,165	0,182	03/07/07	04/07/07
Graça	0,030	0,500	03/10/07	04/10/07
Granja	0,060	0,060	31/07/07	01/08/07
Granjeiro	0,126	0,159	17/07/07	18/07/07
Groaíras	0,180	0,200	19/09/07	20/09/07
Guaiuba	0,190	0,200	18/06/07	18/06/07
Guaraciaba do Norte	0,621	0,630	08/08/07	08/08/07
Guaramirangua	0,035	0,026	12/07/07	13/07/07
Hidrolândia	0,180	0,180	19/09/07	20/09/07
Horizonte	0,170	0,160	28/08/07	29/08/07
Ibaretama	0,215	0,170	09/07/07	10/07/07
Ibiapina	0,590	0,630	15/08/07	16/08/07
Ibicuitinga	-	-	-	-

<b>Municípios</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Dia da coleta</b>	<b>Dia da análise</b>
Icapuí	0,054	0,046	03/07/07	04/07/07
Icó	0,491	0,549	20/08/07	22/08/07
Iguatu	0,114	0,113	27/07/07	30/07/07
Independência	0,165	0,162	19/07/07	20/07/07
Ipaporanga	0,186	0,225	27/07/07	27/07/07
Ipaumirim	0,405	0,410	18/09/07	20/09/07
Ipu	0,135	0,122	19/09/07	20/09/07
Ipueiras	0,464	0,459	22/07/07	23/07/07
Iracema	0,334	0,317	06/08/07	07/08/07
Irauçuba	0,160	0,160	03/10/07	04/10/07
Itaiçaba	0,207	0,192	03/07/07	04/07/07
Itaitinga	0,180	0,200	22/06/07	22/06/07
Itapajé	0,330	0,350	21/09/07	21/09/07
Itapipoca	0,166	0,160	17/07/07	17/07/07
Itapiuna	0,176	0,168	24/07/07	25/07/07
Itarema	0,161	0,154	31/07/07	01/08/07
Itatira	0,526	0,553	26/07/07	27/07/07
Jaguaretama	0,190	0,210	28/07/07	29/07/07
Jaguaribara	0,150	0,160	04/09/07	05/09/07
Jaguaribe	0,234	0,237	30/07/07	31/07/07
Jaguaruana	0,193	0,369	18/07/07	19/07/07
Jardim	0,029	0,020	17/07/07	18/07/07
Jati	0,130	0,150	07/08/07	09/08/07
Jijoca de Jericoacoara	0,043	0,036	28/08/07	29/08/07
Juazeiro do Norte	0,092	0,076	17/07/07	18/07/07
Jucás	0,147	0,150	27/07/07	30/07/07
Lavras da Mangabeira	0,150	0,160	05/10/07	09/10/07
Limoeiro do Norte	0,210	0,210	01/08/07	01/08/07
Madalena	0,212	0,252	05/07/07	06/07/07
Maracanaú	0,670	0,680	31/05/07	31/05/07
Maranguape	0,240	0,220	01/06/07	01/06/07
Marco	0,224	0,211	21/08/07	22/08/07
Martinópolis	0,100	0,100	31/07/07	01/08/07
Massapê	0,165	0,154	19/09/07	20/09/07
Mauriti	0,230	0,200	09/08/07	10/08/07
Meruoca	0,050	0,040	19/09/07	20/09/07
Milagres	0,540	0,620	06/08/07	07/08/07
Milhã	-	-	-	-

<b>Municípios</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Dia da coleta</b>	<b>Dia da análise</b>
Miraíma	0,149	0,142	17/07/07	17/07/07
Missão Velha	0,102	0,067	17/07/07	18/07/07
Mombaça	0,175	0,171	27/07/07	30/07/07
Monsenhor Tabosa	0,360	0,370	06/08/07	07/08/07
Morada Nova	0,305	0,319	18/07/07	19/07/07
Moraújo	0,190	0,220	17/10/07	18/10/07
Morrinhos	-	-	-	-
Mulungu	-	-	-	-
Muncambo	0,100	0,100	26/09/07	27/09/07
Nova Olinda	0,353	0,341	10/08/07	13/08/07
Nova Russas	0,250	0,260	01/10/07	02/10/07
Novo Oriente	0,302	0,313	08/08/07	08/08/07
Ocara	0,100	0,100	25/09/07	01/10/07
Orós	0,207	0,217	11/09/07	12/09/07
Pacajus	0,160	0,180	25/07/07	26/07/07
Pacatuba	0,188	0,191	22/08/07	22/08/07
Pacoti	0,113	0,104	26/07/07	27/07/07
Pacujá	0,100	0,100	26/09/07	27/09/07
Palhano	0,193	0,169	16/07/07	17/07/07
Palmácia	0,354	0,470	01/08/07	01/08/07
Paracuru	0,020	0,020	13/09/07	14/09/07
Paraipaba	0,040	0,030	28/08/07	29/08/07
Parambú	0,350	0,310	31/07/07	01/08/07
Paramoti	0,182	0,181	23/07/07	24/07/07
Pedra Branca	0,141	0,141	09/07/07	10/07/07
Penaforte	0,086	0,086	27/07/07	30/07/07
Pentecoste	0,150	0,170	20/09/07	21/09/07
Pereiro	0,240	0,230	07/08/07	09/08/07
Pindoretama	0,030	0,016	14/06/07	15/06/07
Piquet Carneiro	0,105	0,097	27/07/07	30/07/07
Pires Ferreira	0,217	0,213	19/09/07	20/09/07
Poranga	0,024	0,016	27/07/07	27/07/07
Porteiras	-	-	-	-
Potengi	0,236	0,313	10/08/07	13/08/07
Potiretama	-	-	-	-
Quiterianópolis	0,230	0,230	02/08/07	02/08/07
Quixadá	0,192	0,173	09/07/07	10/07/07
Quixelô	0,144	0,175	27/07/07	30/07/07

<b>Municípios</b>	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Dia da coleta</b>	<b>Dia da análise</b>
Quixeramobim	0,422	0,450	05/07/07	06/07/07
Quixeré	0,155	0,159	26/07/07	27/07/07
Redenção	0,180	0,190	14/08/07	14/08/07
Reriutaba	-	-	-	-
Russas	0,320	0,300	26/07/07	27/07/07
Saboeiro	0,113	0,114	27/07/07	30/07/07
Salitre	-	-	-	-
Santa Quitéria	0,200	0,200	26/09/07	27/09/07
Santana do Acaraú	0,241	0,238	19/09/07	20/09/07
Santana do Cariri	0,034	0,031	10/08/07	13/08/07
São Benedito	0,580	0,620	08/08/07	08/08/07
São Gonçalo Amarante	0,223	0,242	11/07/07	11/07/07
São João do Jaguaribe	0,276	0,244	07/08/07	08/08/07
São Luiz do Curu	0,300	0,310	13/06/07	14/06/07
Senador Pompeu	0,117	0,116	10/07/07	11/07/07
Senador Sá	0,100	0,100	26/09/07	27/09/07
Sobral	0,615	0,435	19/09/07	20/09/07
Solonópoles	0,109	0,107	03/07/07	04/07/07
Tabuleiro do Norte	0,219	0,219	16/08/07	17/08/07
Tamboril	0,627	0,576	31/07/07	01/08/07
Tarrafas	0,596	0,480	10/08/07	13/08/07
Tauá	0,166	0,159	31/07/07	01/08/07
Tejuçuoca	0,796	0,787	29/06/07	29/06/07
Tianguá	0,810	0,670	08/08/07	08/08/07
Trairi	0,056	0,054	17/07/07	17/07/07
Tururu	0,185	0,219	17/07/07	17/07/07
Ubajara	0,534	0,570	19/08/07	20/08/07
Umari	0,462	0,480	24/09/07	25/09/07
Umirim	0,214	0,207	17/07/07	17/07/07
Uruburetama	0,189	0,182	17/07/07	17/07/07
Uruoca	0,100	0,100	26/09/07	27/09/07
Varjota	-	-	-	-
Várzea Alegre	0,221	0,216	10/08/07	13/08/07
Viçosa do Ceará	0,452	0,624	08/08/07	08/08/07

**APÊNDICE F - Teste de normalidade (Kolmogorov-Sminov) aplicado nos dados da Fase 1**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		ETA	CENTRO
N		173	173
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,23727	,24553
	Std. Deviation	,17625	,18783
Most Extreme Differences	Absolute	,208	,209
	Positive	,208	,209
	Negative	-,109	-,111
Kolmogorov-Smirnov Z		2,740	2,752
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## APÊNDICE G – Teste de Wilcoxon aplicado nos dados da Fase 1

### Wilcoxon Signed Ranks Test

#### Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
CENTRO - ETA Negative Ranks	76 <sup>a</sup>	63,74	4844,00
Positive Ranks	72 <sup>b</sup>	85,86	6182,00
Ties	25 <sup>c</sup>		
Total	173		

a. CENTRO < ETA

b. CENTRO > ETA

c. ETA = CENTRO

#### Test Statistics<sup>b</sup>

	CENTRO - ETA
Z	-1,281 <sup>a</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,200

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test



**APÊNDICE H – Teste de normalidade (Kolmogorov-Sminov) aplicado nos dados da Fase 2**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		TEOR_INF	TEOR_ENC
N		28	27
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,6907	,4769
	Std. Deviation	,1656	,1868
Most Extreme Differences	Absolute	,253	,130
	Positive	,253	,088
	Negative	-,214	-,130
Kolmogorov-Smirnov Z		1,339	,677
Asymp. Sig. (2-tailed)		,055	,748

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## APÊNDICE I – Teste de t de Student aplicado nos dados da Fase 2

Teor de flúor informado pelo controle operacional x Teor de flúor encontrado na amostra 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas:

<b>Claim</b>	$\mu_d = 0$
<b>Sample Size, n</b>	27
<b>Diff. Mean, <math>\bar{x}_d</math></b>	0.2197
<b>Diff. St Dev, <math>s_d</math></b>	0.2346
<b>Test Statistic, t</b>	4.8671
<b>Critical t</b>	$\pm 2.0555$
<b>P-Value</b>	0.0000
<b>95% Confidence Interval:</b>	
0.1269 < $\mu_d$ < 0.3125	
<b>Reject the Null Hypothesis</b>	
<b>Sample provides evidence to reject the claim</b>	

Teor de flúor informado pelo controle operacional x Teor ideal (0,7ppm):

<b>Claim</b>	$\mu = \mu_{hyp}$
<b>Sample Size, n</b>	27
<b>Sample Mean, <math>\bar{x}</math></b>	0.6967
<b>Sample St Dev, s</b>	0.1656
<b>Test Statistic, t</b>	-0.1046
<b>Critical t</b>	$\pm 2.0555$
<b>P-Value</b>	0.9175
<b>95% Confidence Interval:</b>	
0.6311 < $\mu$ < 0.7622	
<b>Fail to Reject the Null Hypothesis</b>	
<b>Sample does not provide enough evidence to reject the claim</b>	

Teor de flúor encontrado na amostra 1 dos municípios que realizavam a fluoretação das águas x Teor ideal (0,7ppm):

<b>Claim</b>	$\mu = \mu_{hyp}$
<b>Sample Size, n</b>	27
<b>Sample Mean, <math>\bar{x}</math></b>	0.4769
<b>Sample St Dev, s</b>	0.1868
<b>Test Statistic, t</b>	-6.2061
<b>Critical t</b>	$\pm 2.0555$
<b>P-Value</b>	0.0000
<b>95% Confidence Interval:</b>	
$0.4030 < \mu < 0.5508$	
<b>Reject the Null Hypothesis</b>	
<b>Sample provides evidence to reject the claim</b>	

**ANEXO**

**ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética em pesquisa**

Universidade Federal do Ceará  
Comitê de Ética em Pesquisa

**Of. Nº 391/07**

Fortaleza, 25 de maio de 2007

**Protocolo COMEPE nº 96/ 07**

**Pesquisador responsável:** Cláudia Maria Frota Lima Botto

**Deptº./Serviço:** Municípios do Estado do Ceará

**Título do Projeto:** “Análise do teor de flúor nas águas de abastecimento público do Ceará”

Levamos ao conhecimento de V.S<sup>a</sup>. 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 24 de maio de 2007.

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

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Frota Bezerra', written over a circular stamp.

Dr. Fernando A. Frota Bezerra  
Coordenador do Comitê  
de Ética em Pesquisa  
COMEPE/UFC

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)