



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



CAIO LUIZ LINS CANDEIRO

**MONITORAMENTO DE FLUORETO NAS ÁGUAS
DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: COMPARAÇÃO
ENTRE A TÉCNICA ELETROMÉTRICA E A
COLORIMÉTRICA**

UBERLÂNDIA

2018

CAIO LUIZ LINS CANDEIRO

**MONITORAMENTO DE FLUORETO NAS ÁGUAS
DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: COMPARAÇÃO
ENTRE A TÉCNICA ELETROMÉTRICA E A
COLORIMÉTRICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
a Faculdade de Odontologia da UFU, como
requisito parcial para obtenção do título de
Graduado em Odontologia

Orientadora: Prof. Dr. Juliana Pereira da
Silva Faquim

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Renato
Paranhos

UBERLÂNDIA

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela minha família, meus amigos que fizeram e que fazem parte da minha caminhada até aqui e por todas as oportunidades que tem surgido na minha vida.

Quero começar agradecendo especialmente a minha mãe Maria Verônica dos Santos Lins, por todo esforço e dedicação para que possamos viver este sonho juntos. Sou grato também pelo exemplo de ser humano, que mesmo com suas dificuldades e limitações fez o teu máximo pra me proporcionar condições para a minha formação profissional e como homem. O teu exemplo como uma profissional de saúde, que realiza tudo o que faz com humanização e maestria, me faz ter muito orgulho de ser seu filho e uma vontade enorme de ser como a senhora. Enfim, obrigado por ser minha amiga, minha parceira nos choros e nas alegrias, por me motivar quando achei que não conseguiria e por sempre sonhar junto comigo. Te amo muito!!!

A minha gratidão é enorme pela minha família. A participação da minha avó Adelina e do meu avô José Luiz foi essencial durante estes anos, não só pelo apoio neste período da universidade, mas desde sempre, meu muito obrigado por serem os melhores avós que alguém poderia querer. Vocês são incríveis!! Não poderia de falar também do meu tio Roberto Candeiro, Cláudia Candeiro e Adelino Carvalho por todo apoio antes e durante a minha formação. Obrigado por todo carinho, atenção e incentivo na busca de novos caminhos, novos aprendizados e de me capacitar não só para o mercado de trabalho, mas também para a vida. Vou levar sempre os ensinamentos de vocês comigo. Obrigado também ao meu pai Luiz Cláudio Candeiro, que me ajudou e sempre torceu para o meu crescimento pessoal e profissional.

Uma vez ouvi dizer que na faculdade se fazem apenas colegas. Bom, eu pude construir amizades que certamente se consolidaram na faculdade e serão para a vida toda. Todo mundo tem aquele amigão né?! Eu ganhei irmãos neste período acadêmico. Muito obrigado Adriano Gonçalves, Rafael Correa, Ernane Borges, Ana Paula, Isadora Sanitá, Karen Dolenkei, Orlando Barbosa, Ana Flávia e Jéssica Bonvicini por me ajudarem quando eu mais precisei, por torcer e vibrar comigo a cada conquista e por estar comigo em todos os momentos. Amo vocês amigos!!

Ter composto a Associação Atlética Acadêmica Márcio Teixeira e poder defender essa bandeira foram duas das melhores sensações e orgulhos que tive dentro da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Tenho muito orgulho ser Faculdade de Odontologia da UFU!! Obrigado também, a todos os meus amigos que fiz no time, Leandro, Tiago, Fossalussa, Paulo Henrique, Arthur, Luiz, Gustavo por fazer parte da minha vida e tornar este time uma família.

Muitas pessoas fizeram e fazem parte da minha formação acadêmica, me lembro que, em Cacoal-RO quando iniciei minha caminhada na Odontologia, tive o privilégio de ser aluno da Prof. Esp. Patrícia Mendonça Tassara que me despertou a paixão por esta profissão linda. Obrigado por ser uma professora incrível e me apresentar esta profissão que faz muito feliz e realizado.

O que falar da Escola Técnica de Saúde da UFU?! Eu tive a honra de me formar no curso Técnico em Saúde Bucal e pude aprender com professores fantásticos que me levaram a decidir a Odontologia como a minha profissão, me apresentando o quão incrível é ser um profissional de Saúde Bucal e a nossa importância na comunidade. Obrigado mestres!!

Meu muitíssimo obrigado a Prof. Dr. Juliana Faquim, que me proporcionou experiências científicas e didáticas incríveis. Fiquei muito feliz quando você aceitou me orientar neste trabalho, encerrando comigo mais uma etapa da minha formação, além do curso técnico. Quero também agradecer ao Prof. Dr. Luiz Renato Paranhos por me apresentar a atuação científica e novas áreas de atuação odontológica, e com toda paciência tem me ensinado, além da confiança depositada e todas as oportunidades em projetos e trabalhos. A todos os ensinamentos, oportunidades e paciência mais uma vez obrigado. Não poderia deixar de agradecer também a Prof. Dr. Liliane Tannus e a Prof. Dr. Suely Amorim que sempre se dispuseram a me orientar quanto aos caminhos acadêmicos a seguir. Vocês são referências, em suas áreas e tenho muito orgulho de poder ter tido vocês durante a minha formação.

Na UFU tive oportunidade fantásticas, dentre elas eu tenho carinho mais que especial pela Liga Acadêmica de Saúde Coletiva. Tive o prazer de estar neste projeto desde sua fundação e ao final deste ano tenho um orgulho enorme de saber que pude contribuir para o seu crescimento, assim como este projeto também me proporcionou. Não foi fácil chegar até aqui com o projeto, mas tive a sorte de contar com amigos e professores competentes para seguirmos engajados, em especial a Bruna Cristina, Natalia Tischler, Victória Grosche, Eduarda Betiati, Anny Souza, Isadora Ribeiro e o Prof. Ms. Álex Herval, além dos nossos coordenadores Prof. Dr. Frank Miranda e Prof. Dr. Paula Caetano, que também acreditam neste projeto e se dedicam para o seu constante desenvolvimento, muito obrigado. Sucesso aos membros que seguirão no projeto!!

Para finalizar, quero deixar meu muito obrigado aos funcionários da Faculdade de Odontologia e Hospital Odontológico da UFU que de forma direta e indireta contribuíram para que eu concluísse esta etapa e principalmente aos pacientes que tive a oportunidade

atender no Hospital Odontológico da UFU, por toda paciência, compreensão e principalmente confiança. Muito obrigado!!

SUMÁRIO

Manuscrito	07
Resumo	07
Abstract	08
Introdução	9
Métodos	10
<i>Crerios éticos da pesquisa e protocolo</i>	10
<i>Tipo e caracterização do local do estudo</i>	10
<i>Descrição das técnicas</i>	12
<i>Coleta dos dados</i>	13
<i>Análise dos dados</i>	14
Resultados	14
Discussão	18
Conclusão	18
Considerações finais	20
Colaboradores	21
Referências bibliográficas	21

Monitoramento de fluoreto nas águas de abastecimento público: comparação entre a técnica eletrométrica e a colorimétrica

Monitoring of fluoride in public water supply: comparison between electrometric and colorimetric techniques

Lins-Candeiro CL*, Santos DQ, Dolenkei KK, Cury JA, Paranhos LR, Faquim JPS

RESUMO

A vigilância da concentração de íon flúor na água de abastecimento público visa garantir o equilíbrio entre a incidência de cárie e fluorose dental. O objetivo desta pesquisa foi comparar duas técnicas de aferição de fluoreto na água de abastecimento público e determinar qual delas é melhor para ser utilizada como ferramenta de vigilância em saúde bucal. O checklist STROBE foi utilizado para auxiliar na condução desta pesquisa e relatar os resultados. Tratou-se de um estudo observacional analítico, de caráter prospectivo. Foram coletadas 126 amostras de água, em 21 pontos, durante seis meses seguidos e analisadas por meio da técnica eletrométrica com eletrodo íon seletivo e pela técnica colorimétrica com o SPADNS. A análise estatística foi realizada de maneira descritiva, em seguida, empregou-se o teste ANOVA com múltiplos fatores e o teste t de Student para amostras pareadas. O nível de significância foi fixado em 5% ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que técnica eletrométrica mostrou menor variação (12,3%) quando comparada a técnica colorimétrica (57,4%). Os dados também apresentam que as duas técnicas estudadas demonstram redução na concentração de fluoreto ao longo da rede de abastecimento, mas esta diferença não foi estatisticamente significativa. Pode-se concluir que a técnica eletrométrica é a de melhor escolha para ser utilizada por laboratórios que realizam Vigilância em Saúde Bucal.

Palavras-chave: Fluoretação. Abastecimento de Água. Vigilância Epidemiológica.

ABSTRACT

The monitoring of fluoride ion concentration in the public water supply aims to ensure a balance between the incidence of dental caries and dental fluorosis. The objective of this research was to compare two techniques of fluoride gauging in public water supply and to determine which one is best to use as an oral health surveillance tool. The STROBE checklist was used to assist in conducting this research and report the results. It was an observational, analytical, prospective study. A total of 126 water samples were collected at 21 points for six consecutive months and analyzed using electrometric electrode with selective ion and colorimetric technique with SPADNS. The statistical analysis was performed in a descriptive way, followed by the multiple factor ANOVA test and the Student t test for paired samples. The level of significance was set at 5% ($p < 0.05$). The results showed that the electrometric technique showed lower variation (12.3%) when compared to the colorimetric technique (57.4%). The data also show that the two techniques studied demonstrate a reduction in fluoride concentration along the supply network, but this difference was not statistically significant. It can be concluded that the electrometric technique is the best choice to be used by laboratories that perform Vigilance in Oral Health.

Keywords: Fluoridation. Water supply. Epidemiological Surveillance.

INTRODUÇÃO

O flúor é considerado o principal responsável pela diminuição de casos da doença cárie em níveis mundiais¹⁻³. Há mais de quatro décadas o flúor vem sendo utilizado no controle da cárie dental, resultando em uma melhora significativa na saúde bucal da população⁴. Apresenta baixo custo⁵, grande efetividade⁴ e, principalmente, grande cobertura populacional, independente de idade, condição social e econômica^{6,7}.

Para que a população receba o benefício de maneira mais eficaz, é necessário que a concentração de fluoreto fique constantemente no “nível ótimo”⁸. Para isso, é indispensável que haja o controle sobre a concentração de flúor nas águas de abastecimento público, além do controle operacional realizado pela empresa nas estações de tratamento de água⁹.

Independente da temperatura local, há uma grande variabilidade das concentrações de flúor em suas águas¹⁰⁻¹⁴. Para aferição de flúor, adotam-se principalmente a técnica eletrométrica, com eletrodo íon específico, além da técnica colorimétrica pelo método SPADNS ou pelo método colorimétrico Visual de Alizarina¹⁵. A técnica de Cromatografia Iônica também é utilizada¹⁶, porém esporadicamente.

O objetivo desta pesquisa foi comparar duas técnicas de aferição da concentração de fluoreto na água de abastecimento público e determinar qual delas é melhor para ser utilizada como ferramenta de vigilância em saúde bucal. As seguintes hipóteses foram testadas: (1) A técnica eletrométrica apresenta menor variação em relação à técnica colorimétrica. (2) Existem diferenças na concentração do íon flúor entre a população que recebe água nas regiões mais distantes do ponto de adição de fluoreto e a população que reside em pontos próximos das Estações de Tratamento de Água.

MÉTODOS

Crítérios éticos da pesquisa e Protocolo

Por se tratar de um estudo observacional que não envolveu seres humanos e animais, não foi necessária a submissão junto ao Comitê de Ética em Pesquisa. O checklist Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology (STROBE)¹⁷ foi utilizado para auxiliar na condução desta pesquisa e relatar os resultados.

Tipo e caracterização do local do estudo

Tratou-se de um estudo observacional analítico, de caráter prospectivo, realizado na cidade de Uberlândia, Minas Gerais - região sudeste do Brasil. O município de Uberlândia, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística¹⁸ para o ano de 2016, possui uma estimativa de 669.672 habitantes - a segunda maior cidade do estado. Segundo o relatório do Instituto Trata Brasil¹⁹, Uberlândia é detentora do terceiro melhor serviço de saneamento do Brasil e considerada como referência. O município conta com 100% de cobertura de água e 99% de cobertura de coleta de esgoto. Do esgoto coletado, 100% são tratados.

Em 1967, o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) foi criado pela prefeitura, concretizando a construção da primeira Estação de Tratamento de Água (ETA). Atualmente Uberlândia possui duas em funcionamento (ETA Sucupira e ETA Bom Jardim) e uma ainda em construção (ETA Capim Branco). Na Figura 1 é possível observar as áreas de abrangência de cada ETA. O setor norte e leste são abastecidos pela ETA Bom Jardim e, o setor central, sul e oeste são abastecidos pela ETA Sucupira. É importante notar que pequena área do setor oeste possui abastecimento pelas duas ETA.

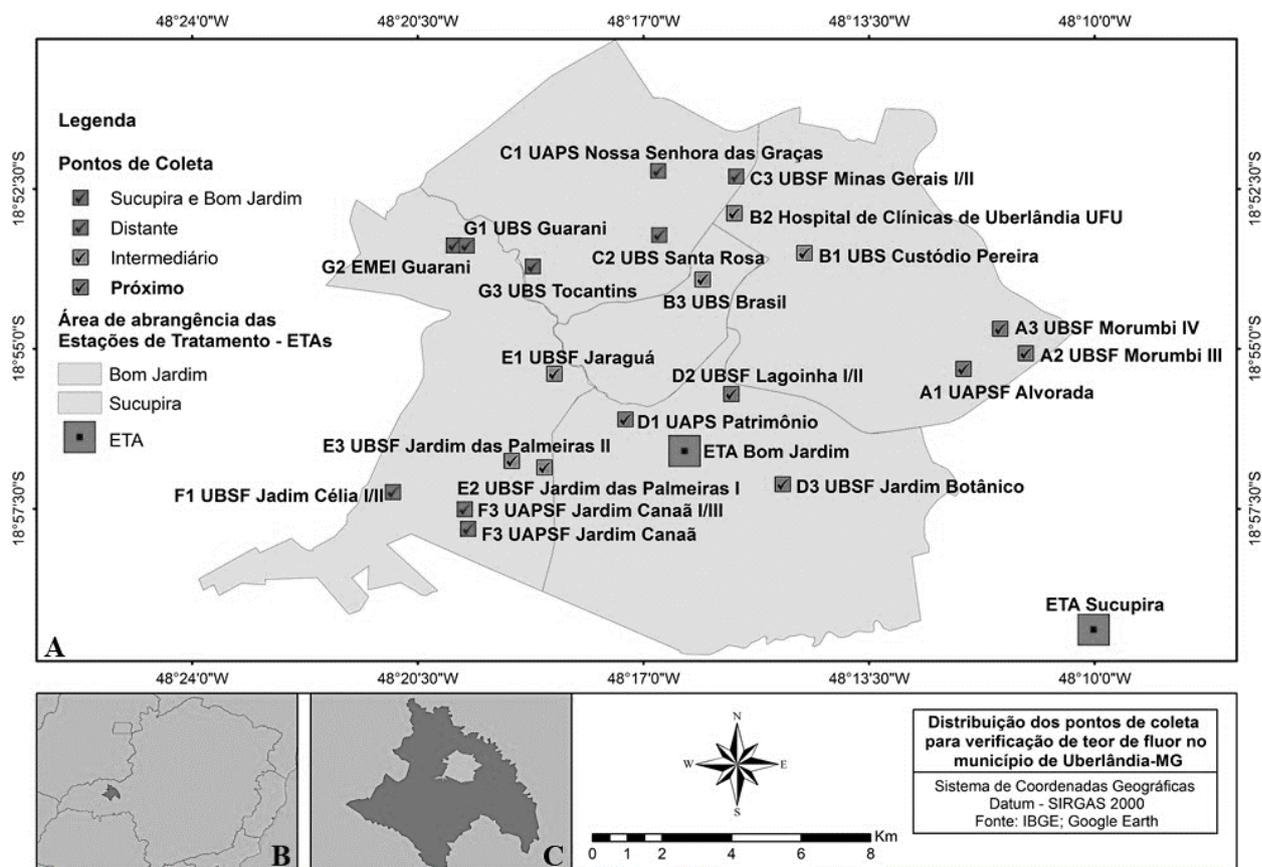


Figura 1: A) Distribuição dos pontos de coletas no perímetro urbano de Uberlândia. B) Localização do município de Uberlândia no estado de Minas Gerais. C) Delimitação do perímetro urbano na extensão territorial do município.

Para a definição dos pontos de coletas, foi analisada a representatividade e a abrangência espacial de cada ETA, seguindo a rede troncal de abastecimento. Para isso foi preciso conhecer a rede de distribuição de água do município, localizar o número de estações de tratamentos e, identificar a existência de soluções alternativas coletivas e a abrangência desses sistemas.

Foram definidos três pontos principais, sendo eles um próximo, um intermediário e um distante em relação a ETA. Para cada um desses três pontos principais foram estabelecidos mais dois pontos próximos (Figura 2). Desta forma, totalizaram um número de nove pontos para cada

ETA e mais três pontos de coleta para a região abastecida de ambas as ETA. Os locais prioritizados para tais coletas foram unidades de saúde e escolas públicas.

As coletas foram realizadas uma vez por mês, durante seis meses²⁰. Foram coletadas um total de cento e vinte e seis amostras de água em recipientes plásticos com tampa de pressão natural com capacidade de 20 mL, identificados previamente com marcador permanente. As análises das amostras de água coletada foram realizadas no laboratório do Curso Técnico em Controle Ambiental e Meio Ambiente da Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia.

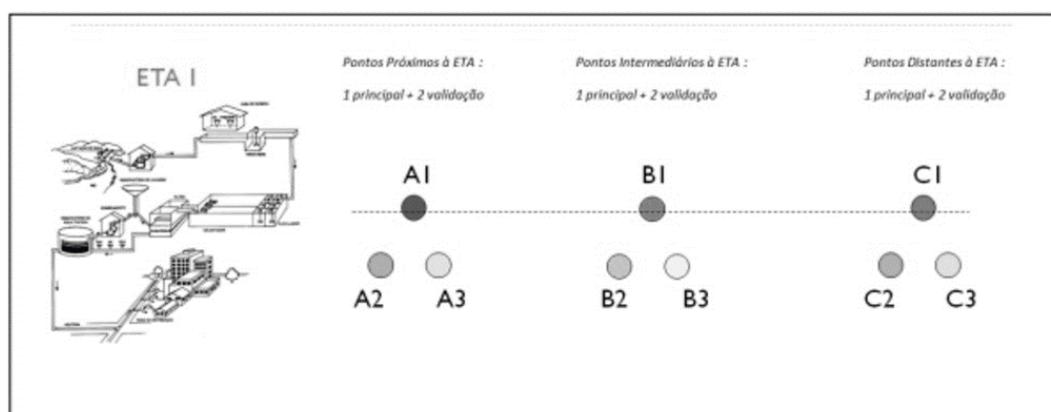


Figura 2: Esquema resumido do método de amostragem para análise de fluoreto para a cidade de Uberlândia-MG. Ao ponto de coleta A1 (ponto principal) é somado mais dois pontos de validação (A2 e A3) próximos a ETA. Os pontos B1, B2 e B3 correspondem aos locais de coleta a uma distância intermediária da ETA. E os pontos C1, C2 e C3 são referentes a coletas distantes da ETA. Os pontos D, E, F, G seguiram a mesma dinâmica dos pontos A, B e C. CECOL, 2011.

Descrição das técnicas

As técnicas eletrométrica e colorimétrica foram realizadas para a quantificação dos teores do íon flúor nas amostras coletadas. A técnica eletrométrica é baseada na medida direta dos

íons flúor livres e utiliza o eletrodo de íon seletivo como principal ferramenta. Este eletrodo possui uma membrana de cristal de fluoreto e, a partir dela um potencial é estabelecido por soluções de fluoreto de diferentes concentrações, determinando a calibração do eletrodo. A quantificação ocorre quando o eletrodo é imerso na solução (amostra e reagente) e o cristal entra em contato com a solução da amostra em uma face e a solução de referência interna na outra face. Ao retirar o eletrodo é importante que entre as leituras haja o enxague com água destilada e em seguida o seque. A faixa de leitura na quantificação de fluoretos desta técnica tem como mínimo aproximadamente 0,02 ppm de F^- e como máximo 19000 ppm de flúor¹⁵.

A técnica colorimétrica possui como princípio o seu método de leitura baseado na reação entre o flúor e um lago de corante de zircônio. Conforme a quantidade de flúor, o líquido fica mais claro (mais flúor) ou mais escuro (menos flúor) e, por meio do fotômetro de filtro é dado o valor da concentração. Para esta técnica, o valor mínimo de leitura na quantificação de fluoretos é de 0,05 ppm F^- e o valor máximo é de 2,0 ppm de flúor¹⁵.

Coleta dos dados

As amostras foram analisadas utilizando um eletrodo íon seletivo *Analion*[®] acoplado a um potenciômetro (Adwa[®] modelo AD 1000) para a eletrométrica e com o kit de análise da solução SPADNS para a técnica colorimétrica. O reagente utilizado foi o TISAB II, pH 5,0, padrões 0,125 – 0,500 – 1,000 ppm F^- .

O eletrodo utilizado foi calibrado previamente às análises com padrões entre 0,125 a 1,0 ppm. No intervalo ente as aferições o eletrodo era lavado com água destilada e deionizada e secado com papel toalha absorvente. Para a técnica colorimétrica às amostras foi adicionado o reagente e após estabelecer a solução esta foi submetida ao espectrofotômetro para análise da concentração de F^- .

Análise dos dados

Inicialmente, realizou-se a análise estatística descritiva objetivando caracterizar as amostras. Em seguida, empregou-se o teste ANOVA com múltiplos fatores para identificar diferenças significativas na fluoretação da água entre os meses da pesquisa, bem como entre os diferentes pontos de coleta. O teste t de Student para amostras pareadas também foi realizado com a finalidade de comparar os resultados obtidos por meio das técnicas eletrométrica e colorimétrica²¹. O nível de significância foi fixado em 5% ($p < 0,05$). Todas as análises foram conduzidas com o auxílio do *software* IBM SPSS Statistics versão 20.0, considerando um intervalo de confiança de 95% para obtenção das estimativas.

RESULTADOS

A partir dos dados registrados entre novembro de 2015 e abril de 2016 ($n = 126$), foram obtidos valores mensais médios da concentração de fluoreto na água de abastecimento público. As diferenças entre as médias mensais, calculada pelo teste ANOVA de medidas repetidas, revelou uma diferença estatisticamente significativa na fluoretação da água entre os meses coletados ($p < 0,001$). As médias mensais aferidas estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Média dos teores de fluoreto na água de abastecimento público em Uberlândia (MG), Brasil, de todos os pontos coletados.

Período	Técnica Eletrométrica		Técnica Colorimétrica	
	Teor de Flúor (ppmF)	Desvio-padrão (ppmF)	Teor de Flúor (ppmF)	Desvio-padrão (ppmF)
Novembro/2015	0,62	0,07	0,72	0,10
Dezembro/2015	0,60	0,04	0,33	0,11
Janeiro/2016	0,55	0,08	0,38	0,17
Fevereiro/2016	0,60	0,03	0,73	0,09
Março/2016	0,56	0,04	1,29	0,52
Abril/2016	0,53	0,08	0,65	0,08
Geral	0,57	0,07	0,68	0,39

Por meio da Técnica Eletrométrica evidenciou uma média geral de 0,57 ppm F⁻, considerada moderada para prevenir cárie, sendo que em novembro verificou-se a maior concentração de flúor (0,62 ± 0,07), ao passo que em abril observou-se a menor (0,53 ± 0,08). A técnica colorimétrica apresentou uma média geral de 0,68 ppm de F⁻, sendo no mês de março a maior concentração de fluoreto (1,29 ± 0,52) e no mês de dezembro a menor concentração (0,33 ± 0,11). A comparação entre essas duas técnicas, realizada pelo teste t de Student para amostras pareadas, revelou diferenças estatisticamente significativas (p = 0,002).

Os resultados demonstraram que o valor médio de fluoreto na água é menor quando avaliado pela técnica eletrométrica (0,57 ± 0,07) em comparação com a técnica colorimétrica (0,68 ± 0,39). No entanto, ao analisar a concentração de flúor das amostras de água segundo ponto de coleta (Tabela 2), constatou-se que a técnica colorimétrica apresentou uma maior variância (57,4%) em relação à técnica eletrométrica (12,3%).

Tabela 2. Concentração de flúor das amostras de água segundo ponto de coleta em Uberlândia (MG), Brasil, por ponto de coleta.

Setor		Técnica Eletrométrica					
		Nov/15	Dez/15	Jan/16	Fev/16	Mar/16	Abr/16
A	Média	0,74	0,65	0,56	0,61	0,60	0,64
	DP	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08
B	Média	0,67	0,59	0,49	0,60	0,57	0,47
	DP	0,03	0,01	0,12	0,01	0,08	0,17
C	Média	0,64	0,59	0,57	0,58	0,57	0,53
	DP	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02
D	Média	0,56	0,58	0,48	0,59	0,51	0,51
	DP	0,03	0,03	0,04	0,04	0,01	0,01
E	Média	0,56	0,63	0,57	0,60	0,55	0,51
	DP	0,02	0,09	0,06	0,01	0,01	0,03
F	Média	0,55	0,56	0,61	0,57	0,55	0,49
	DP	0,04	0,01	0,13	0,04	0,03	0,02
G	Média	0,61	0,58	0,58	0,62	0,57	0,55
	DP	0,05	0,01	0,06	0,01	0,02	0,03
		Técnica Colorimétrica					
Setor		Nov/15	Dez/15	Jan/16	Fev/16	Mar/16	Abr/16
A	Média	0,80	0,41	0,59	0,80	0,89	0,78
	DP	0,05	0,11	0,11	0,03	0,29	0,03
B	Média	0,72	0,39	0,43	0,72	0,54	0,67
	DP	0,04	0,11	0,12	0,09	0,07	0,06
C	Média	0,79	0,44	0,52	0,73	1,46	0,67
	DP	0,08	0,03	0,06	0,07	0,45	0,09
D	Média	0,67	0,25	0,17	0,75	1,52	0,62
	DP	0,10	0,09	0,07	0,08	0,15	0,06
E	Média	0,68	0,23	0,28	0,74	1,45	0,61
	DP	0,07	0,04	0,09	0,03	0,72	0,06
F	Média	0,68	0,24	0,29	0,60	1,58	0,56
	DP	0,06	0,04	0,13	0,12	0,06	0,06
G	Média	0,74	0,32	0,40	0,75	1,57	0,66
	DP	0,19	0,11	0,14	0,09	0,59	0,07

Nota. DP = desvio-padrão.

Por fim, foram comparados os valores médios de fluoreto de acordo com a distância dos pontos de coleta de água em relação às ETA de Uberlândia (próximo, intermediário e distante), buscando investigar alguma variação de concentração atribuível à rede de distribuição de água (Tabela 3). No entanto, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre

as mesmas ao comparar os resultados obtidos por meio da técnica eletrométrica ($p = 0,815$) e colorimétrica ($p = 0,155$).

Na cidade há uma região onde a população é abastecida por ambas as ETA (Bom Jardim e Sucupira). Por isso, o estudo optou por sortear mais três pontos de coleta desta região para aferição da água que abastece a população. As amostras receberam a letra G para identificação nas tabelas de resultados.

Tabela 3. Concentração média de flúor das amostras de água segundo a distância dos pontos de coleta de água em relação às ETA em Uberlândia (MG), Brasil.

Ponto de coleta		Técnica Eletrométrica					
		Nov/15	Dez/15	Jan/16	Fev/16	Mar/16	Abr/16
Próximo	Média	0,65	0,61	0,52	0,60	0,56	0,57
	DP	0,10	0,05	0,05	0,03	0,06	0,09
Intermediário	Média	0,62	0,61	0,53	0,60	0,56	0,49
	DP	0,06	0,06	0,10	0,01	0,05	0,11
Distante	Média	0,59	0,58	0,59	0,58	0,56	0,51
	DP	0,06	0,02	0,08	0,03	0,02	0,03
Sucupira e	Média	0,61	0,58	0,58	0,62	0,57	0,55
Bom Jardim	DP	0,05	0,01	0,06	0,01	0,02	0,03
Ponto de coleta		Técnica Colorimétrica					
		Nov/15	Dez/15	Jan/16	Fev/16	Mar/16	Abr/16
Próximo	Média	0,74	0,33	0,38	0,78	1,20	0,70
	DP	0,10	0,12	0,25	0,06	0,40	0,10
Intermediário	Média	0,70	0,31	0,36	0,73	0,99	0,64
	DP	0,06	0,12	0,12	0,06	0,68	0,06
Distante	Média	0,73	0,34	0,41	0,66	1,52	0,62
	DP	0,08	0,11	0,15	0,11	0,29	0,09
Sucupira e	Média	0,74	0,32	0,40	0,75	1,57	0,66
Bom Jardim	DP	0,19	0,11	0,14	0,09	0,59	0,07

Nota. DP = desvio-padrão.

DISCUSSÃO

Este estudo comparou as técnicas eletrométrica e colorimétrica para verificação da concentração de íon flúor na água de abastecimento público. Os resultados mostraram que técnica eletrométrica mostrou menor variação quando comparada a técnica colorimétrica. Além disso, as duas técnicas estudadas mostraram haver redução na concentração de fluoreto a partir da ETA até os pontos de coletas mais distantes, porém nenhuma diferença significativa foi revelada do ponto de vista estatístico.

Os resultados do presente estudo indicam que a técnica eletrométrica possui maior estabilidade que a técnica colorimétrica. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos^{22,23}. A técnica eletrométrica possui maior confiabilidade que a colorimétrica (alizarina e espectrofotométrico) na presença de fluoreto a 0,6ppm²². Em contrapartida, a técnica colorimétrica apresentou o dobro de concentração de fluoreto quando comparado a técnica do eletrométrica, sugerindo ser uma técnica mais instável, quando comparada à eletrométrica²³.

A menor eficiência da técnica colorimétrica pode ser explicada pela interferência que a mesma sofre de substâncias químicas como o cloreto (Cl^-), o hexametáfosfato ($[\text{NaPO}_2]^6$), o fosfato (PO_4^{3-}), o alumínio (Al^{3+}), o ferro (Fe) ou o sulfato (SO_4^{2-}). É importante pontuar que, apesar dessas substâncias interferirem também na técnica eletrométrica, o impacto é menor¹⁵. Existe ainda limitações para utilização da técnica colorimétrica, uma vez que as amostras: não podem estar turvas ou coloridas; devem ser deslidadas previamente à análise^{15, 24} e; não podem conter cloro residual livre^{25,26}.

Enquanto essas limitações são apresentadas para a técnica colorimétrica, a técnica eletrométrica dispensa qualquer tipo de preparo da amostra a análise prévio¹⁵. Isso torna a técnica eletrométrica de simples execução, uma vez que dispensa uma etapa para análise da amostra²⁷ e, conseqüentemente, com um menor custo^{26,28,29,30}. Dessa forma, a técnica

eletrométrica, considerada a mais utilizada no Brasil, deve ser priorizada como o principal método para a vigilância da qualidade da fluoretação da água^{5,14,31-34}.

A análise dos teores de flúor nos pontos a partir das ETA foi possível notar que há uma perda de flúor desde o ponto próximo a ETA até o ponto mais distante, porém não de maneira significativa. Os resultados apresentados em estudos^{5,31,36} não avaliaram a diferença de F^- entre os pontos próximos, a uma distância intermediária e distantes das ETA.

Ainda em relação aos resultados deste estudo, apesar de não se constituir como objetivo central de investigação, é preciso ressaltar que o nível médio de fluoreto no município em estudo foi inferior aos preconizado para as características locais. A média de temperatura dos meses de coleta foi de 25,75°, sendo indicado, então, um teor de flúor na água entre 0,65 e 0,94, intervalo considerado de máximo benefício e baixo risco. Contudo, a média observada utilizando a técnica eletrométrica foi de 0,57 ppm F^- , valor considerado de benefício moderado e de baixo risco pra fluorose, assim como em outro estudo³⁴ que apresentou concentrações médias de F^- . Para a técnica colorimétrica o teor médio de F^- foi de 0,68 ppm F^- , valor este que confere máximo benefício e baixo risco de fluorose.

Nesse sentido, ressalta-se que o município em estudo não apresenta uma efetiva política de Vigilância em Saúde Bucal, nem quanto a fluoretação da água, que se restringe ao controle operacional. A Vigilância em Saúde Bucal é recomendada em diversos estudos^{9,27,37-39}, para que haja um controle externo, além do controle operacional, proporcionando assim, a obtenção de resultados confiáveis em relação aos níveis de fluoreto^{9,34,40}, potencializando esta estratégia de saúde pública promovendo cobertura anticárie e prevenindo fluorose. O controle da fluoretação por instituições não envolvidas diretamente em sua operacionalização é condição fundamental para preservar a qualidade do processo e para que as informações tenham credibilidade³⁸.

Esse estudo não está isento de limitações. O baixo número de estudos encontrados comparando técnicas aparece como uma limitação importante. Contudo, o presente estudo é original e aponta para o método mais eficaz, podendo ser facilmente empregado a fim de manter um melhor padrão de água para consumo e, viabilizando a implementação de políticas públicas para manter a qualidade do serviço de vigilância em saúde.

CONCLUSÃO

A análise dos resultados do presente estudo confirmou a primeira hipótese de que há uma maior estabilidade da técnica eletrométrica para aferição da concentração do íon flúor, quando comparada à técnica colorimétrica. Por outro lado, apesar de haver perda de fluoreto ao longo da rede pública de abastecimento da água, como traçado na segunda hipótese do estudo, esse resultado não foi confirmado pela análise estatística.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instituição de políticas locais de Vigilância em Saúde Bucal é uma medida indispensável para garantir que a concentração de flúor na água de abastecimento seja suficiente para garantir alta efetividade do íon fluor e baixo risco para fluorose. O investimento nesse tipo de política deve ser direcionado ao uso da técnica eletrométrica tanto no ponto de adição do fluoreto, quanto nos pontos mais distantes da ETA. Além disso, a Vigilância em Saúde Bucal deve contemplar o conhecimento da dinâmica epidemiológica da cárie dental nos municípios.

COLABORADORES

CLLC: Levantamento de dados, análise, escrita, revisão; DQS: análise e escrita; KKD: levantamento de dados, análise, escrita; JAC: revisor; LRP: análise, escrita e revisão final; JPSF: análise, escrita, revisão final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maia LC, Valença AMG, Soares EL, Cury JA. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saúde Pública [online]*. 2003, vol.19, n.1, pp.61-67.
2. Cho HJ, Jin BH, Park DY, Jung SH, Lee HS, Paik DI, Bae KH. Systemic effect of water fluoridation on dental caries prevalence. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2014 Aug;42(4):341-8.
3. Jordan RA, Schulte A, Bockelbrink AC, Naumova SPE, Wärn LG, Zimmer S. Caries-Preventive Effect of Salt Fluoridation in Preschool Children in The Gambia: A Prospective, Controlled, Interventional Study. *Caries Res*. 2017; Nov 15;51(6):596-604.
4. Frazão P, Peres MAP, Cury JA. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. *Rev Saúde Pública*. 2011;45(5):964-73.
5. Leivas LL, Tovo MF, Ardenghi TM; Feldens CA, Kramer PF, Junior IMF. Heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público do Município de Canoas/RS. *Stomatos*. 2010; v.16, n.30, jan./jun.

6. Burt BA. Fluoridation and social equity. *Journal of public health dentistry*. 2002; v. 62, n. 4.
7. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2004 Oct;32(5):319-21.
8. Amaral RC, Wada RS, Sousa LMR. Concentração de fluoretos nas águas de abastecimento público relacionada à temperatura em Piracicaba – SP. *RFO*; 2007; v. 12, n. 3, p. 24-28, setembro/dezembro 2007 Passo Fundo.
9. Frazão P, Ely HC, Noro LRA, Pinheiro HHC, Cury JA. O modelo de vigilância da água e a divulgação de indicadores de concentração de fluoreto. *Saúde debate*. 2018; Rio de Janeiro, v. 42, n. 116, p. 274-286, Jan-Mar.
10. Buzalaf MAR, Moraes CM, Olympio KPK, Pessan P, Grizzo LT, Silva TL, Magalhães AC, Oliveira RC, Groisman S, Ramires I. Seven years of external control of fluoride levels in the public water supply in Bauru, São Paulo, Brazil. *Journal of Applied Oral Science*. 2013; 21(1): 92-8.
11. Paredes SO, Sampaio FC, Forte FDS. Heterocontrole da fluoretação das águas de abastecimento público de São Luís, Maranhão. *Brazilian Reserch in Pediatric Dentistry and Integrated Clinic*. 2014;14(2):129-40.
12. Bergamo ETP, Barbana M, Terada RSS, Cury JA, Fujimaki M. Fluoride concentrations in the water of Maringá, Brazil, considering the benefit/risk balance of caries and fluorosis. *Braz Oral Res*. 2015;29(1):1.
13. Piorunneck CMO, Ditterich RG, Gomes EC. Heterocontrole da fluoretação nos municípios da região Metropolitana de Curitiba nos anos de 2014 e 2015. *Cad. Saúde Colet.*, 2017, Rio de Janeiro, 25 (4): 414-422.

14. Uchida TH, Cury JA, Tabchoury COM, Tereda RSS, Fujimaki M. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público da 15ª Regional de Saúde do Paraná. *R. Saúde Públ.* 2018 Jul.;1(1):59-67.
15. American Public Health Association (APHA). *Standard Methods for the examination of water and wastewaters*. 22 th edition: Washington, 2012.
16. Dovidauskas S, Okada IA, IHA H, Cavallini AG, Okada MM, Briganti RC. Avaliação da qualidade da fluoretação de águas de abastecimento público em 88 municípios da região Nordeste do estado de São Paulo (Brasil). *Vigil. sanit. Debate*; 2017;5(3):14-23.
17. Von ELM, Altman, DG, Egger M, Pocock SJ, Gotsche PC, Vanderbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for Reporting Observational Studies. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2008; v. 61, p. 344-349.
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Minas Gerais – Uberlândia. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317020>>. Acesso em 26/05/2017.
19. Instituto Trata Brasil. Relatório ranking do saneamento Instituto Trata Brasil 2016. Disponível em <<http://portaldoamazonas.com/wp-content/uploads/2016/04/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em 26/05/2017.
20. Guia de Amostragem – projeto Vigiflúor. CECOL 2014. Disponível em <http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1411739637_Manual-Guia-Amostragem-v.1.0.pdf>. Acesso em 31/05/2017.
21. Larson R, Farber B. Estatística Aplicada. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.
22. Ferreira R, Benedet HD. Comparação de métodos para determinação de flúor. *B.CEPPA*, 1999; Curitiba, v. 17, n. 1, p. 53-58.

23. Motter J, Moyses ST, França BHS, Carvalho ML, Moysés SJ. Análise da concentração de flúor na água em Curitiba, Brasil: comparação entre técnicas. *Rev Panam Salud Publica*; 2011; 29 (2), 201.
24. Prasad N, Pushpaangaeli B, Ram A, Maimanuku L. Fluoride concentration in drinking water samples in Fiji. *Aust NZ J Public Health*. 2018; 42:372-4.
25. Queiroz JPL, de Sousa Lima FRG, da Silva MAM, Cardoso, CE. Análise do Teor de Fluoretos na Água de Abastecimento Público do Município de Vassouras, Rio de Janeiro. *Revista electronica TECCEN*. 2010; 3(3), 17-28.
26. Dovidauskas S, Okada IA, Okada MM, Briganti, RC, de Oliveira CC. Determinação de fluoreto em baixas concentrações: validação de método com eletrodo íon seletivo para análise da água utilizada na preparação de soluções de diálise. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*. 2016; 74(4), 347-360.
27. Moimaz SAS, Garbin CAS, Iglesias GF, Chiba FY, Sumida DH, Saliba O. Dificuldades enfrentadas no processo de fluoretação das águas de abastecimento público. *Rev. Bras. Pesq. Saúde*. 2015; 17(1): 87-94.
28. Balkunde P, Krishnan S, Rajkumar S, Halery N, Levin S. Monitoring of fluoride in water samples using a smartphone. *Sci. Total Environ*. 2016; 1;551-552:101-7.
29. Bratovcic A, Odobasic A, Catic S. The advantages of the use of ion-selective potentiometry in relation to UV/VIS spectroscopy. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*; 2009. 74(3), 139-142.
30. Nardin B. Estudo comparativo de diferentes metodologias analíticas para a determinação de fluoreto. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2016.

31. Ramires I, Maia LP, Rigolizzo DS, Roberto J, Lauris P, Buzalaf MAR. Heterocontrole da fluoretação da água de abastecimento público em Bauru, SP, Brasil. *Rev Saúde Pública*. 2006; 40(5):883-9.
32. do Carmo CDS, Ales CMC, Cavalcante PR, Ribeiro CCC. Avaliação da fluoretação da água do sistema de abastecimento público na Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*; 2010. 15(Supl. 1):1835-1840.
33. Moimaz SAS, Saliba O, Chiba FY, Sumida DH, Garbin CAS.; SALIBA, N. A. Fluoride Concentration in Public Water Supply: 72 Months of Analysis. *Braz Dent J*;2012. 23(4): 451-456.
34. de Brito CS, Garbin RR, Mussi A, Rigo L. Vigilância da concentração de flúor nas águas de abastecimento público na cidade de Passo Fundo – RS. *Cad. Saúde Colet.*, 2016, Rio de Janeiro, 24 (4): 452-459.
35. Ramires I, Buzalaf MAR. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária: cinquenta anos no Brasil. *Ciênc. Saúde coletiva*; 2007. Rio de Janeiro, v. 12, n. 4.
36. Olivati FN, Souza MLR, Tenuta LMA, Cury JA. Quality of drinking water fluoridation of Capão Bonito, SP, Brazil, evaluated by operational and external controls. *Rev Odontol Cienc*; 2011; 26(4):285-290.
37. Zimmer S, Jahn KR, Barthel CR. Recommendations for the use of fluoride in caries prevention. *Oral Health Prev Dent*. 2003;1(1):45-51.
38. Narvai PC. Cárie dentária e flúor: uma relação do século XX. *Ciênc Saúde Coletiva*; 2000. v. 5, n. 2.
39. Lima FG, Lund RG, Justino LM, Demarco FF, Del Pino FAB, 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*; 2004;20(2):422-9.

40. [CECOL/USP] Centro Colaborador do Ministério da Saúde em Vigilância da Saúde Bucal. Consenso técnico sobre classificação de águas de abastecimento público segundo o teor de flúor. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade Federal de São Paulo. 2011.