



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - CCET
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL - DEC

VERENA PEREIRA MACEDO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Denise Conceição de Gois Santos Michelan

**VERIFICAÇÃO DOS TEORES DE FLÚOR EM ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO**

São Cristóvão – SE

2022

VERENA PEREIRA MACEDO

**VERIFICAÇÃO DOS TEORES DE FLÚOR EM ÁGUAS DE
ABASTECIMENTO PÚBLICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO À
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE COMO REQUISITO
PARCIAL À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL EM
ENGENHARIA CIVIL

São Cristóvão, 27 de janeiro de 2022

BANCA EXAMINADORA:

Nota: _____
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Denise Conceição de Gois Santos Michelan
Universidade Federal de Sergipe

Nota: _____
Examinador (a) 1: Me. Anderson de Jesus Lima
Universidade Federal de Sergipe

Nota: _____
Examinador (a) 2: Prof^a. Dr^a. Luciana Coêlho Mendonça
Universidade Federal de Sergipe

VERIFICAÇÃO DOS TEORES DE FLÚOR EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Verena Pereira Macedo¹,

Denise Conceição de Gois Santos Michelan²

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe

² Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe

RESUMO

A fluoretação em estações de tratamento de água (ETAs) garante a proteção da saúde bucal da população abastecida quando atende aos níveis adequados de fluoreto. No Brasil, esses níveis são regulamentados pela Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2011 do Ministério da Saúde. Diante disso, neste trabalho, objetivou-se verificar as concentrações de flúor na saída de três estações de tratamento de Sergipe e comparar com os valores recomendados pela portaria vigente, além de compreender o comportamento desses teores ao longo do tempo. A pesquisa obteve os dados de amostragem das ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo no período de 2015 a 2019. Esses dados foram tratados e determinadas as concentrações do íon fluoreto de cada estação (exercida), enquanto as concentrações recomendadas (esperadas) foram determinadas com base em equação trazida na portaria mencionada. Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste não paramétrico de Mann-Whitney foram aplicados para análise estatística dos dados. Nos resultados, a ETA Cabrita apresentou o maior percentual de amostras de concentrações do íon fluoreto dentro do limite recomendado de 0,6 a 0,8 mg/L, enquanto a ETA Poxim e a ETA João Ednaldo obtiveram percentuais significativos abaixo do limite mínimo de 0,6 mg/L. Contudo, os percentuais abaixo desse limite para a ETA João Ednaldo foram maiores. Verificou-se que ao longo dos anos a variação do íon fluoreto assumida por todas as ETAs oscilou mais entre cada mês em comparativo com a concentração recomendada. Dessa forma, conclui-se que é necessário maior adequação dos níveis de fluoreto nas ETAs Poxim e João Ednaldo, além de ser indispensável o monitoramento mais eficaz desses níveis em todas as estações desse estudo, assim como a prática do heterocontrole deve ser adotada em conjunto com instituições, vigilâncias sanitárias e municípios abastecidos pelas ETAs.

Palavras-chave:

Fluoretação. Estação de tratamento de água. Ácido fluossilícico. Concentração do íon fluoreto.

1 INTRODUÇÃO

A água com destino ao consumo é um recurso indispensável à vida do ser humano, sendo assim, deve ser de boa qualidade, sem resíduos, tratada e livre de quaisquer agentes que a contaminem, principalmente quando é destinada para o consumo humano (MICHELAN *et al.*, 2019). As estações de tratamento de água (ETAs) geralmente são os meios necessários para tratar essa água e torná-la adequada para a população, assim como constitui um dos elementos do sistema de abastecimento de água.

Segundo Frazão e Narvai (2017), a água proveniente do sistema de abastecimento público acaba afetando a vida da população e indivíduos que a recebem, uma vez que, essa água opera tanto como um fator de proteção para a saúde, pelo fato de ser essencial, quanto um fator de risco sanitário, por estar sujeita ao transporte de microrganismos variados. Em vista disso, a técnica de fluoretação nas águas desse sistema é destacada como uma das ações de proteção, onde se é bastante empregada nas estratégias de sucesso da saúde pública, sendo recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Nesse sentido, nas ETAs, a etapa de fluoretação consiste basicamente na adição de flúor à água com o intuito de ajustar os níveis de fluoreto natural para o recomendado pela legislação. Nessa adição, os produtos regulamentados são o fluoreto de cálcio ou fluorita (CaF_2), o fluoreto de sódio (NaF), o fluossilicato de sódio (Na_2SiF_6) e o ácido fluossilícico (H_2SiF_6) (BRASIL, 2017). Saliendo que, dentre todos, os dois últimos são os mais empregados. No entanto, pela facilidade de aplicação e economia, o ácido fluossilícico (H_2SiF_6) é mais usual (REZENDE, 2018).

O flúor é um elemento que nunca é encontrado na natureza de forma isolada, só sob a forma de compostos denominados fluoretos que se ligam com outros elementos disponíveis no solo, ar, água, plantas e vida animal. Essa característica deve-se ao fato de o flúor ser mais reativo entre todos os íons eletronegativos, assim sendo, ocupa a 13ª posição em elementos mais abundantes no solo e a 5ª posição no mar (BRASIL, 2012).

O uso sistêmico do flúor em níveis recomendados garante a proteção contra a cárie dental nos indivíduos e baixas dosagens acabam comprometendo a sua eficácia (BRASIL, 2012). Essa medida ainda é necessária para atenuar a ingestão excessiva

das concentrações do íon fluoreto, visto que o flúor em doses maiores gera toxicidade, ocasionando estrias ou manchas amareladas ou alaranjadas no esmalte do dente, identificada como fluorose dentária (DOVIDAUSKAS *et al.*, 2017).

Anjos e Fernandes (2015) apontam as demais vantagens conferidas à técnica de fluoretação, como o extenso alcance da medida que beneficia de forma indiscriminada a população, o baixo custo “per capita” e a segurança do método. Esses aspectos reforçam a necessidade de se fluoretar águas de abastecimento, já que o método se demonstra viável e eficaz, desde que respeite os intervalos de concentrações recomendados pela legislação.

A realidade da fluoretação em águas de abastecimento público já é demonstrada em alguns estudos, como nos trabalhos de Lacerda *et al.* (2020), onde dados levantados de 10 municípios do estado do Tocantins foram analisados com o intuito de verificar tanto a existência do heterocontrole, sendo o monitoramento realizado por instituição diferente da que adiciona flúor, quanto a concentração de fluoreto nessas cidades. Assim, foi possível constatar que somente em Palmas, capital do estado, era realizado o heterocontrole dos níveis de fluoreto e que apenas 31,6 % das amostras analisadas estavam com os teores de flúor adequados e 27,5 % apresentavam altos teores, comprometendo o máximo benefício atribuído à fluoretação para a população da região.

A carência de flúor na água de abastecimento público ainda é encontrada em alguns lugares do mundo. A exemplo, no Líbano as pessoas passaram a utilizar a água engarrafada por conta da má qualidade de água pública. Em estudos anteriores na região, as concentrações de flúor na água pública demonstravam-se insignificante, com valores menores que 0,03 mg/L (DOUMIT *et al.*, 2019). Em contrapartida, em estudo realizado em 12 regiões do sudoeste da Arábia Saudita, a água de poço usada no campo e onde não existe abastecimento municipal apresentou níveis de fluoreto acima do recomendado (DAS *et al.*, 2020).

Atualmente, no Brasil, a Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021) dispõe sobre os padrões de potabilidade da água. Nela é feita a referência a Portaria de Consolidação nº 5/ 2017 em casos de adição dos valores recomendados para o íon fluoreto. Essas concentrações do flúor são em razão das médias das temperaturas máximas diárias observadas em cada localidade.

Essa relação é justificável, tendo em vista que em regiões mais quentes o consumo de água é maior do que em regiões mais frias, sendo assim, menores concentrações de íons fluoretos são empregadas em regiões de temperaturas altas, enquanto as maiores concentrações são utilizadas em regiões de temperaturas baixas (BRASIL, 2012).

Desta forma, este trabalho objetivou analisar as concentrações de flúor em três estações de tratamento de água no estado de Sergipe, tendo como base os valores de concentração estabelecidos pela portaria de potabilidade da água do Ministério da Saúde em vigência. Além disso, buscou-se compreender o comportamento no decorrer do tempo dos teores de flúor para cada estação de tratamento.

2 METODOLOGIA

2.1 Amostragem

Os dados da amostragem para o presente estudo foram obtidos a partir das análises de boletins mensais elaborados pela Gerência de Controle e Vigilância da Qualidade da Água das estações de tratamento: ETA Poxim, ETA Cabrita e ETA João Ednaldo, localizadas em Aracaju, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro, respectivamente. As informações fornecidas foram referentes ao controle mensal do consumo de ácido fluossilícico (H_2SiF_6) e da produção de água tratada durante os anos de 2015 até 2019.

A partir da observação das séries históricas, correspondentes ao período supracitado, e posteriores cálculos necessários, foram obtidos os dados mensais de concentração do íon fluoreto para cada estação de tratamento. A fim de verificar o atendimento ao padrão de potabilidade dessas concentrações, estabelecido pela Portaria GM/MS nº888 de 4 de maio e 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), foram realizadas análises comparativas por meio de testes estatísticos, gráfico do tipo boxplot e tabelas com percentuais de adequação dos níveis de fluoreto das ETAs em estudo.

2.2 Área de Estudo

2.2.1 ETA Poxim

A estação de tratamento de Água Poxim, pertencente a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), está localizada no município de Aracaju/SE, no bairro Capucho, na Rua Sete, nº 495, com proximidade do município de São Cristóvão/SE (Figura 1) (JESUS, 2021). As coordenadas geográficas da ETA estão entre 10° 55' e 14,370" de latitude Sul e 37° 5' e 41,659" de longitude Oeste.

Figura 1 – Localização da ETA Poxim



Fonte: Jesus (2021)

O abastecimento de água da ETA Poxim atende cerca de 782.996 pessoas por meio de uma adutora de 8,5 km de extensão (DESO, 2021). Durante o período dos dados desse estudo a estação realizava a captação de água somente do rio Poxim, abastecendo cerca de 30 % da capital sergipana (ROCHA *et al.*, 2014), passando a captar água também do rio São Francisco a partir do ano de 2021.

O tratamento utilizado na estação é do tipo convencional, com as etapas de coagulação na mistura rápida, floculação, decantação, filtração, fluoretação e desinfecção (JESUS, 2021).

O íon fluoreto utilizado na ETA Poxim é o ácido fluossilícico e seu armazenamento é feito por meio de silos (Figura 2).

Figura 2 – Armazenamento em silos de produtos químicos da ETA Poxim



Fonte: Autora (2020)

2.2.2 ETA Cabrita

A Estação de Tratamento de Água Cabrita, localizada no município de São Cristóvão/SE, integra o sistema de abastecimento do município de Aracaju sob a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). É considerada a estação mais antiga do estado sergipano, produzindo cerca de 1000 m³ de água tratada por hora através de uma adutora de 17 Km de extensão (DESO, 2021). A captação da água bruta da estação é realizada no rio Pitanga, um dos mais importantes afluentes do rio Sergipe (DESO, 2021). A ETA tem como coordenadas geográficas 10° 57' e 33,871" de latitude sul e 37° 7' e 41,522" de longitude oeste. A Figura 3 mostra uma vista aérea da ETA Cabrita.

Figura 3 – Visão superior da Estação de Tratamento de Água Cabrita



Fonte: Carvalho (2013)

O tratamento da água bruta captada da ETA Cabrita passa pelas etapas de pré-tratamento, coagulação, floculação, decantação, desinfecção e enfim a fluoretação, portanto, tendo como aspecto o tratamento convencional. No entanto, nessa estação as etapas de fluoretação e cloração são realizadas entre as fases da decantação e da filtração, justamente para que a água tratada distribuída para a população com proximidade à ETA não venha adquirir uma água cheia de resíduos provenientes do cloro e do flúor (REZENDE, 2018).

O armazenamento do flúor (ácido fluossilícico), usado na etapa de fluoretação, também é feito por meio de silos. Como pode ser visto na Figura 4, onde este produto químico encontra-se reservado no silo da esquerda (REZENDE, 2018).

Figura 4 – Armazenamento em silos de produtos químicos da ETA Cabrita



Fonte: Rezende (2018)

2.2.3 ETA João Ednaldo

A Estação de Tratamento de Água João Ednaldo, também sob a gerência da DESO, encontra-se localizada no município de Nossa Senhora do Socorro / SE, mais especificamente, no bairro denominado Sobrado. Assim como a ETA Poxim e a ETA Cabrita, o tratamento na ETA João Ednaldo é do tipo convencional, caracterizando-se com a presença de dois módulos ativos (Figura 5) (BATISTA, 2018). Suas coordenadas estão entre 10° 54' 1e 2,627"de latitude Sul e 37° 6' e 49,698" de longitude Oeste.

Figura 5 – Visão superior da ETA João Ednaldo



Fonte: Google Maps (2021)

A estação recebe as contribuições de água do rio São Francisco e do rio Poxim. O rio São Francisco acaba atendendo uma maior parte dessa vazão recebida por meio de uma adutora em concreto a montante da cidade de Propriá/SE (BATISTA, 2018). Enquanto isso, o rio Poxim serve como um reforço em dias de maior consumo de água com a captação localizada no bairro Capucho, em um ponto denominado Poxim II (BATISTA, 2018).

A ETA João Ednaldo, assim como as demais ETAs abordadas nessa pesquisa, tanto aplica o ácido fluossilícico na etapa de fluoretação como também o armazenamento do ácido é feito por meio de silos, como observado na Figura 6.

Figura 6 – Armazenamento em silos de produtos químicos da ETA João Ednaldo



Fonte: Autora (2020)

2.3 Dados da Temperatura

As medidas das temperaturas registradas em cada região ou local são dados de extrema importância para a concentração do íon fluoreto nas águas de abastecimento (BRASIL, 2012), uma vez que, o limite recomendado da necessidade da concentração do íon fluoreto depende das médias de temperatura máxima da localidade.

Sendo assim, como os dados da pesquisa em questão apresentam uma variação temporal, buscou-se, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as informações acerca dessas temperaturas para a cidade de Aracaju. Essa escolha deu-se pelo fato de que o próprio município aloca umas das estações de tratamento em estudo, a ETA Poxim, e por ser a cidade com mais proximidade dos dados das demais, a ETA Cabrita e a ETA João Ednaldo: situadas em São Cristóvão e em Nossa Senhora do Socorro, respectivamente. Além do fato de que no INMET não foram encontrados registros de temperaturas para as cidades de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro. A estação meteorológica localizada em Aracaju tem latitude -10,9503, longitude -37,05 e altitude de 4,72 m.

As planilhas fornecidas pelo INMET são apresentadas de forma horária para cada dia do ano. Posto isso, com o auxílio do *software* Excel determinou-se qual a temperatura máxima da hora (°C) de cada dia e logo em seguida, para cada mês do ano, obtiveram-se as médias das temperaturas máximas diárias do ar (°C) a fim de enquadrar os limites da concentração do íon fluoreto, por mês e por ano, com base no Quadro 1, que compreende a variação de temperatura de 10 C° até 32,5 °C. Posteriormente, as médias das temperaturas máximas diárias de cada mês durante o período de 2015 a 2019 também foram determinadas e enquadradas nesses limites.

Quadro 1 – Relação entre a média das temperaturas máximas diárias do ar e os limites recomendados para a concentração do íon fluoreto na água

Média das temperaturas máximas diárias do ar (°C)	Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto (mg/L)		
	Mínimo	Máximo	Ótimo
10,0 - 12,1	0,9	1,7	1,2
12,2 - 14,6	0,8	1,5	1,1

14,7 - 17,7	0,8	1,3	1,0
17,8 - 21,4	0,7	1,2	0,9
21,5 - 26,3	0,7	1,0	0,8
26,4 - 32,5	0,6	0,8	0,7

Fonte: Adaptado da Brasil (2017)

2.4 Características do Ácido Fluossilícico

O ácido fluossilícico é um líquido solúvel e corrosivo em alto grau, por isso tanto o seu transporte como o seu armazenamento requerem alguns cuidados. No transporte, tanto os recipientes quanto as tubulações e válvulas em contato com o ácido devem ser de material plástico, a exemplo do uso do policloreto de vinila (PVC). No armazenamento, os locais devem ser frescos e ventilados, em virtude dos vapores que podem ser inalados. O ácido ainda é fornecido pelo mercado em soluções concentradas à cerca de 20% e pode ser dosado por meio dos respectivos equipamentos: bombas dosadoras e dosadores de nível constante (BRASIL, 2012). No Quadro 2 são apresentados parâmetros para o ácido fluossilícico utilizado em todas as ETAs em estudo.

Quadro 2 – Parâmetros do ácido fluossilícico

Fórmula	H ₂ SiF ₆
Peso Molecular (g)	144,08
Pureza Comercial (%)	22 a 30
pH da solução	1,2
Solubilidade	Infinita

Fonte: Brasil (2012)

2.5 Fluoretação da água para consumo humano: concentração recomendada

De acordo com a Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), bem como o Manual de fluoretação da água para consumo humano da BRASIL (2012), a concentração recomendada de íon fluoreto para cada estação de tratamento pode ser obtida por meio da Equação 1, que depende do elemento de correlação com a temperatura (Equação 2). Ainda é sugerido pelos mesmos que os resultados sejam expressos em unidades de miligramas por litro (mg/L). À vista disso, utilizou-se essa mesma equação para os cálculos dessa concentração, a partir dos dados da média das temperaturas máximas do dia de cada mês.

$$C = \frac{22,2}{E} \quad (1)$$

onde:

C é a concentração recomendada do íon fluoreto (mg/L);

E é o elemento de correlação com a temperatura (adimensional);

$$E = 10,3 + 0,725T \quad (2)$$

na qual:

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

Na Equação 2, as médias das temperaturas máximas diárias para T foram consideradas para o período mensal de cada ano, com o propósito de verificar a variação ocorrida da concentração do íon fluoreto a cada mês, à medida que as temperaturas oscilam.

Assim, a concentração do íon fluoreto obtida por meio das Equações 1 e 2 foi denominada de concentração “esperada”.

Ademais a portaria de potabilidade de água vigente recomenda identificar os limites recomendados da concentração do íon fluoreto, por intermédio do Quadro 1.

2.6 Fluoretação da água para consumo humano: concentração exercida das ETAs

Os dados dos boletins traziam as informações do consumo mensal de ácido fluossilícico em unidades de peso-quilograma, ao passo que a produção de água em unidade de volume-metros cúbicos. Assim, com o propósito de determinar as concentrações exercidas para cada estação de tratamento também mensalmente, esses dados foram transformados em unidades compatíveis de comparação com a recomendada, isto é, em miligramas e em litros respectivamente.

Diante disso, de forma compacta elaborou-se a Equação 3, considerando a pureza do ácido fluossilícico de cada uma das ETAs, bem como a massa molecular desse mesmo ácido e a massa atômica do elemento flúor para o desenvolvimento dos cálculos.

$$C_F = \frac{C_{AF} \times P_{AF} \times 6M_{AF}}{100 \times V_A \times MM_{AF}} \quad (3)$$

onde:

C_F é a concentração do íon fluoreto (mg/L);

C_{AF} é o consumo mensal de ácido fluossilícico da ETA no mês e no ano (mg);

P_{AF} é a pureza do ácido fluossilícico da ETA (%);

M_{AF} é a massa atômica do flúor (g);

V_A é o volume de água produzida da ETA no mês e no ano (L);

MM_{AF} é a massa molecular do ácido fluossilícico (g).

Desse modo, com base nas equações 3 e 4, a concentração do íon fluoreto determinada foi denominada de “exercida”.

A porcentagem concernente a pureza do ácido fluossilícico usada em cada estação de tratamento, também praticada pela Deso, foi aplicada na Equação 3 com os valores de 21 % para a ETA Poxim e a ETA João Ednaldo e de 21,06 % para ETA Cabrita. Em seguida, obtendo-se a massa molecular do ácido, com auxílio da tabela

periódica, de 144,11g e a massa atômica do flúor de 114 g, chegou-se à Equação 4. Como não foi verificada diferenças significativas entre os valores de pureza nas ETAs, P_{AF} foi compactada juntamente com MA_F e MM_{AF} em uma única constante, definida como “ γ ”, a fim de facilitar os cálculos (Equação 5).

$$C_F = \gamma \cdot \frac{C_{AF}}{V_A} \quad (4)$$

$$\gamma = \frac{P_{AF} \times 6MA_F}{100 \times MM_{AF}} \quad (5)$$

em que:

C_F é a concentração do íon fluoreto (mg/L);

γ é a constante igual a 0,17, que correlaciona P_{AF} , MA_F e MM_{AF} (adimensional);

C_{AF} é o consumo mensal de ácido fluossilícico da ETA no mês e no ano (mg);

V_A é o volume de água produzida da ETA no mês e no ano (L).

2.7 Análise Estatística dos Dados

Com o propósito de obter resultados mais satisfatórios, os dados de concentração calculada e exercida foram tratados comparativamente de forma estatística através do *software* Past. Inicialmente aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade dos dados e escolha entre o melhor teste a ser definido, entre paramétricos (os dados apresentam distribuição normal) e não paramétricos (os dados não apresentam distribuição normal).

Logo após, com base no resultado do teste de Shapiro-Wilk, aplicou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney, também equivalente ao teste t paramétrico, para identificar se as amostras totais da concentração exercida de cada estação de tratamento de água diferiam significativamente das amostras totais da concentração calculada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Média das temperaturas máximas diárias para o período de estudo

Os dados obtidos das médias das temperaturas máximas diárias do ar por ano e por mês para a estação meteorológica de Aracaju/SE, entre o período de 2015 a 2019, foram dispostos na Tabela 1. Com base nas distribuições das médias mensais, têm-se como os meses mais frios julho e agosto e, como meses mais quentes de dezembro a abril.

Tabela 1 – Média das temperaturas máximas diárias do ar por ano e por mês(°C) para Aracaju

MÊS/ANO	Médias Mensais					MÉDIA
	2015	2016	2017	2018	2019	
Janeiro	31,63	30,44	30,61	31,32	32,71	31,34
Fevereiro	31,65	31,53	30,91	30,82	32,57	31,50
Março	31,85	31,77	31,06	30,93	32,68	31,66
Abril	31,85	31,59	30,78	30,70	31,78	31,34
Mai	30,62	30,49	30,00	30,16	31,37	30,53
Junho	29,55	29,45	28,95	29,22	29,62	29,36
Julho	28,91	28,72	27,94	28,70	28,61	28,58
Agosto	28,91	28,22	28,00	29,09	29,15	28,67
Setembro	29,55	28,54	28,08	30,04	29,45	29,13
Outubro	29,65	29,27	29,32	30,88	30,37	29,90
Novembro	30,12	29,76	30,45	31,43	31,52	30,65
Dezembro	30,42	29,98	31,11	32,15	31,77	31,09

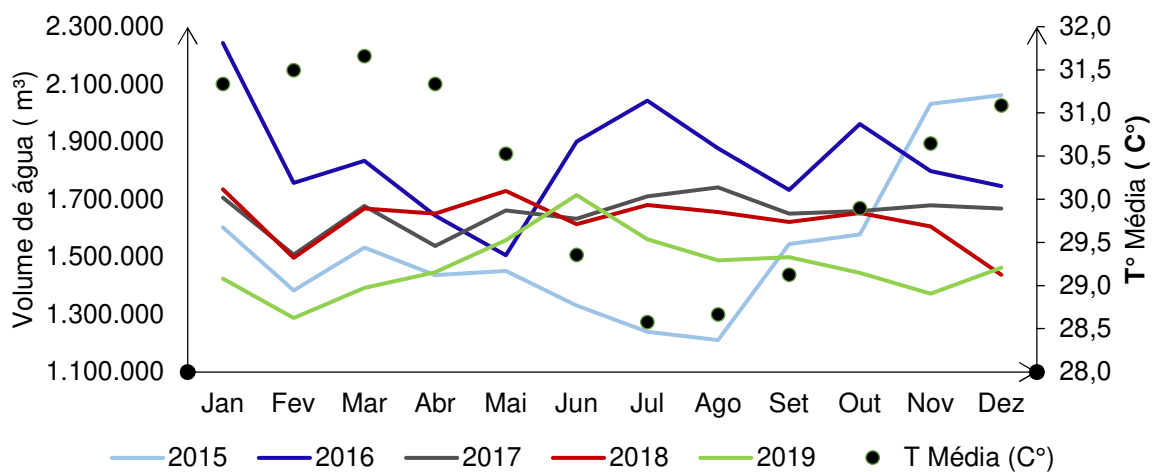
Fonte: Adaptado do INMET (2015, 2016, 2017, 2018 e 2019)

Observou-se que, realizada a média final das temperaturas médias diárias do ar de cada mês para cada ano, os valores ficaram compreendidos entre 27,94°C e 32,71°C e a média ao final dos 5 anos para cada mês entre 28,58°C e 31,66°C. Em observação ao Quadro 1 que relaciona as temperaturas máximas diárias de ar e as concentrações do íon fluoreto, a variação das temperaturas está compreendida entre 10°C e 32,5°C. Diante dessa variação, enquadraram-se a faixa de temperatura estudada entre 26,4°C e 32,5°C, que remete ao limite de concentração para o íon fluoreto de 0,6 mg/L, 0,8 mg/L e 0,7mg/L, como concentrações mínimas, máximas e ótima, respectivamente, pelo fato do Quadro 1 limitar a temperatura do ar até 32,5°C.

3.2 Produção de água nas ETAs em estudo

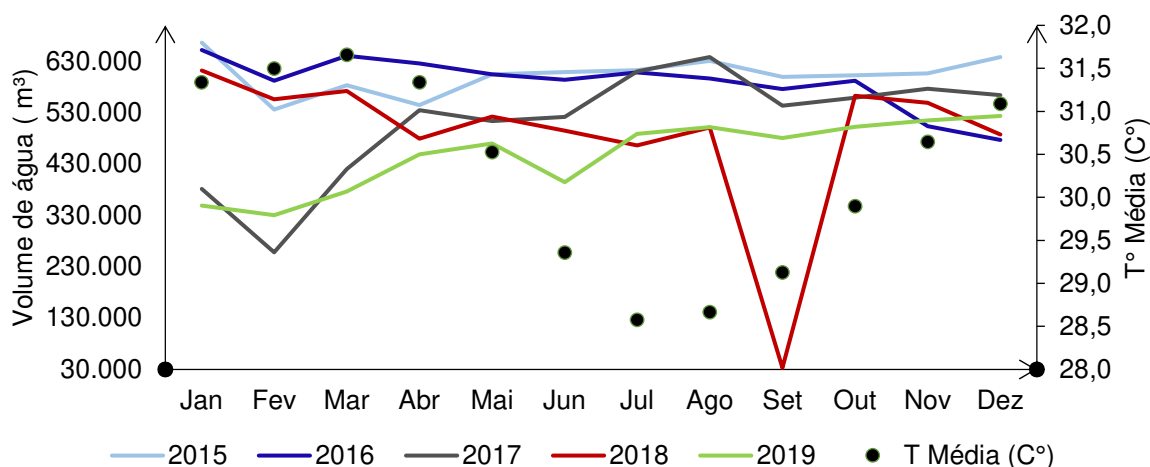
A produção de água de cada estação de tratamento ao longo do período da amostragem, foi analisada por intermédio de gráficos, para melhor visualização da variação ocorrida. Dessa forma, observou-se que, na ETA Poxim, o mês de maior produção de água foi em janeiro de 2016, enquadrado como verão na localidade em estudo como pode ser demonstrado na Figura 7. Nota-se ainda que os anos de 2017 e 2018 apresentam valores de produção de água mais estáveis quando comparado com os demais anos da ETA.

Figura 7 – Produção de água da ETA Poxim no período de 2015 a 2019



Fonte: Autora (2021)

Na produção de água gerada na ETA Cabrita (Figura 8), pode-se observar um valor discrepante à curva representativa para o ano de 2018, mais precisamente, referente ao mês de setembro. Possivelmente houve erro no registro do dado por parte da ETA, uma vez que na localidade não foram registradas informações de significativa alteração no consumo de água. Nos anos consecutivos de 2017, 2018 e 2019 visualiza-se maiores variações de volumes de água em relação aos anos de 2015 e 2016.

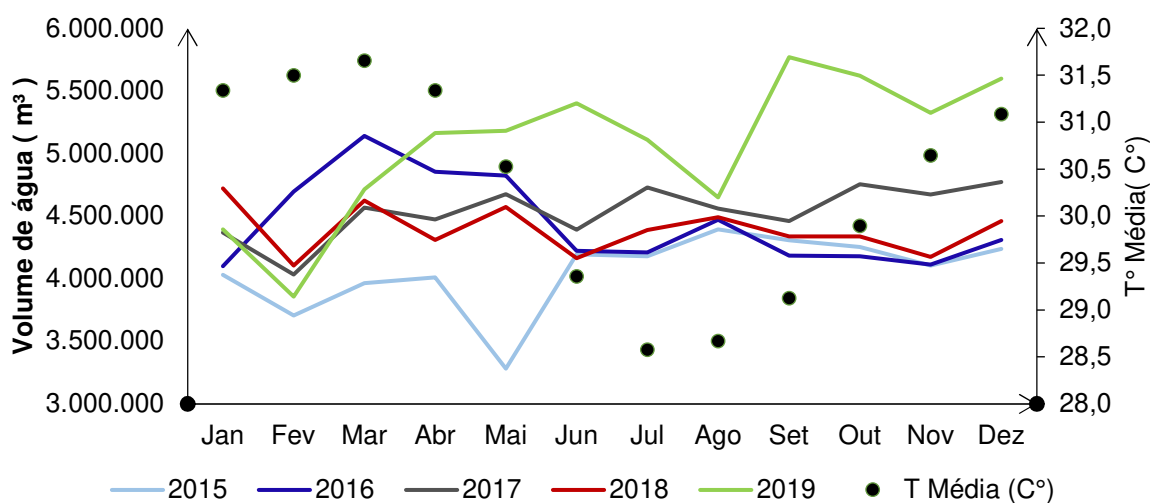
Figura 8 – Produção de água da ETA Cabrita no período de 2015 a 2019

Fonte: Autora (2021)

Em análise aos dados de produção de água referente à ETA João Ednaldo foi identificado que nos anos de 2015, 2016 e 2019 ocorrem maiores variações em volume de água, apresentando maiores picos em 2019. Ainda é registrado no mês de maio de 2015 valor menor dos demais (Figura 9).

Apesar de no mês de abril de 2015, a adutora do São Francisco, em trecho à montante da ETA João Ednaldo ter sido interrompido em função da queda da Ponte em Pedra Branca/SE (DESO, 2015a), ocasionando desabastecimento na Grande Aracaju, do qual esta ETA abastece aproximadamente 70% a região metropolitana de Aracaju, por causa do desabastecimento, não houve decréscimo de vazão produzida na ETA João Ednaldo no mês de abril de 2015, como pode ser observado na Figura 9.

Entretanto, para o mês subsequente (maio de 2015), observou-se a redução da vazão se comparado o mesmo período no demais anos de estudo. Em virtude da situação de emergência iniciada em abril de 2015, foi necessária a execução de obras civis ao longo do mês de abril e principalmente em maio, de modo a reestruturar o sistema. Com isso foram construídos blocos de ancoragem em concreto (executado em 5 dias), no comprimento de 4 metros, para auxiliar na estabilidade da adutora nesse trecho supracitado (DESO, 2015b; SERGIPE, 2015).

Figura 9 – Produção de água da ETA João Ednaldo de 2015 a 2019

Fonte: Autora (2021)

Além disso, em termos de comparação, de acordo com a DESO (2021), em média, a ETA Poxim produz água tratada de 3.000 m³/h, enquanto a ETA João Ednaldo 6.773.940 m³/h e para a ETA cabrita 1.000 m³/h. Essa informação corrobora, em termos de grandeza, os dados apresentados nas Figuras 7, 8 e 9, no qual a ETA João Ednaldo apresenta maior produção de água, se comparado com as produções de água da ETA Poxim e Cabrita, assim como a ETA Cabrita apresenta as menores produções, se comparada às produções das ETAs Poxim e João Ednaldo.

No estudo de Ramos *et al.* (2020) são apresentadas as médias de precipitação para o município de Aracaju durante o período, resultando nos meses de abril a julho como maiores precipitações, sendo o pico em maio, e os meses de outubro a março com baixos índices. Correlacionando com as Figuras 7, 8 e 9 é possível constatar que o volume de água produzido por cada ETA nem sempre possui influências das precipitações geradas, entretanto para o período de verão para a localidade de Sergipe, o volume de água foi mais expressivo, por ser uma estação considerada quente.

3.3 Consumo do íon fluoreto nas ETAs.

As concentrações recomendadas do íon fluoreto (esperadas), por mês, assim como as concentrações do íon fluoreto aplicada na água em tratamento (exercida), estão listadas nas Tabelas 2, 3 e 4, para ETA Poxim, ETA João Ednaldo e ETA Cabrita, para o período de estudo, respectivamente.

Tabela 2 – Concentração Esperada e Exercida (mg/L) da ETA Poxim de 2015 a 2019

MÊS	2015		2016		2017		2018		2019	
	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.
Jan	0,67	0,62	0,69	0,55	0,68	0,59	0,67	0,60	0,65	0,63
Fev	0,67	0,66	0,67	0,57	0,68	0,57	0,68	0,59	0,65	0,71
Mar	0,66	0,59	0,67	0,57	0,68	0,59	0,68	0,59	0,65	0,62
Abr	0,66	0,61	0,67	0,59	0,68	0,56	0,68	0,58	0,67	0,64
Mai	0,68	0,59	0,69	0,58	0,69	0,56	0,69	0,59	0,67	0,56
Jun	0,70	0,56	0,70	0,55	0,71	0,55	0,71	0,57	0,70	0,67
Jul	0,71	0,61	0,71	0,56	0,73	0,57	0,71	0,57	0,72	0,75
Ago	0,71	0,61	0,72	0,58	0,73	0,59	0,71	0,58	0,71	0,59
Set	0,70	0,58	0,72	0,62	0,72	0,58	0,69	0,58	0,70	0,61
Out	0,70	0,52	0,70	0,60	0,70	0,58	0,68	0,58	0,69	0,62
Nov	0,69	0,57	0,70	0,60	0,69	0,56	0,67	0,59	0,67	0,54
Dez	0,69	0,56	0,69	0,58	0,68	0,58	0,66	0,58	0,67	0,57

Esp. → Esperada; Exer. → Exercida

Fonte: Autora (2021)

Tabela 3 – Concentração Esperada e Exercida (mg/L) da ETA Cabrita de 2015 a 2019

MÊS	2015		2016		2017		2018		2019	
	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.
Jan	0,67	0,66	0,69	0,65	0,68	0,65	0,67	0,64	0,65	0,61
Fev	0,67	0,64	0,67	0,66	0,68	0,68	0,68	0,58	0,65	0,64
Mar	0,66	0,65	0,67	0,67	0,68	0,66	0,68	0,57	0,65	0,72
Abr	0,66	0,66	0,67	0,66	0,68	0,66	0,68	0,58	0,67	0,68
Mai	0,68	0,66	0,69	0,67	0,69	0,63	0,69	0,66	0,67	0,70
Jun	0,70	0,66	0,70	0,66	0,71	0,63	0,71	0,62	0,70	0,67
Jul	0,71	0,67	0,71	0,66	0,73	0,63	0,71	0,67	0,72	0,64
Ago	0,71	0,66	0,72	0,68	0,73	0,63	0,71	0,66	0,71	0,61
Set	0,70	0,66	0,72	0,65	0,72	0,60	0,69	0,65	0,70	0,67

Out	0,70	0,66	0,70	0,66	0,70	0,63	0,68	0,57	0,69	0,65
Nov	0,69	0,66	0,70	0,66	0,69	0,66	0,67	0,57	0,67	0,64
Dez	0,69	0,66	0,69	0,66	0,68	0,63	0,66	0,56	0,67	0,65

Esp. → Esperada; Exer. → Exercida

Fonte: Autora (2021)

Tabela 4 – Concentração Esperada e Exercida (mg/L) da ETA João Ednaldo de 2015 a 2019

MÊS	2015		2016		2017		2018		2019	
	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.	Esp.	Exer.
Jan	0,67	0,54	0,69	0,42	0,68	0,54	0,67	0,56	0,65	0,57
Fev	0,67	0,54	0,67	0,54	0,68	0,54	0,68	0,57	0,65	0,60
Mar	0,66	0,56	0,67	0,56	0,68	0,56	0,68	0,56	0,65	0,56
Abr	0,66	0,54	0,67	0,55	0,68	0,54	0,68	0,58	0,67	0,55
Mai	0,68	0,53	0,69	0,51	0,69	0,53	0,69	0,55	0,67	0,58
Jun	0,70	0,57	0,70	0,57	0,71	0,57	0,71	0,57	0,70	0,17
Jul	0,71	0,56	0,71	0,55	0,73	0,56	0,71	0,55	0,72	0,56
Ago	0,71	0,54	0,72	0,55	0,73	0,54	0,71	0,53	0,71	0,57
Set	0,70	0,55	0,72	0,56	0,72	0,55	0,69	0,53	0,70	0,45
Out	0,70	0,57	0,70	0,57	0,70	0,57	0,68	0,52	0,69	0,30
Nov	0,69	0,54	0,70	0,55	0,69	0,54	0,67	0,58	0,67	0,50
Dez	0,69	0,55	0,69	0,57	0,68	0,55	0,66	0,59	0,67	0,50

Esp. → Esperada; Exer. → Exercida

Fonte: Autora (2021)

Para a análise dos dados, a concentração exercida da ETA Cabrita no mês de setembro de 2018 foi substituída pela média das concentrações do íon fluoreto da ETA nos meses de setembro dos demais anos, já que o erro identificado no dado referente a produção de água, observado na Figura 8, influenciaria nos resultados estatísticos. Nesse mês foi observado nos boletins que o consumo de ácido fluossilícico se manteve igual em grandeza aos demais registros para o ano de 2018.

Na Tabela 5, nas amostras de concentração exercida das ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk apresentou um p-normal < 0,05, demonstrando que as amostras não possuíam distribuição normal. Já para as amostras da concentração esperada obteve-se um p-normal > 0,05 (hipótese

para distribuição normal). Dessa forma, optou-se por realizar o teste não paramétrico de Mann-Whitney, já que parte da amostra não segue o pressuposto de normalidade.

Tabela 5 – Teste de normalidade de Shapiro-Wilk aplicado nas amostras totais da concentração exercida das ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo e da concentração recomendada (esperada)

	ETA Poxim	ETA Cabrita	ETA João Ednaldo	Esperada
p-normal	$1,15.10^{-6}$	$2,69.10^{-5}$	$1,35.10^{-12}$	0,21

Fonte: Autora (2021)

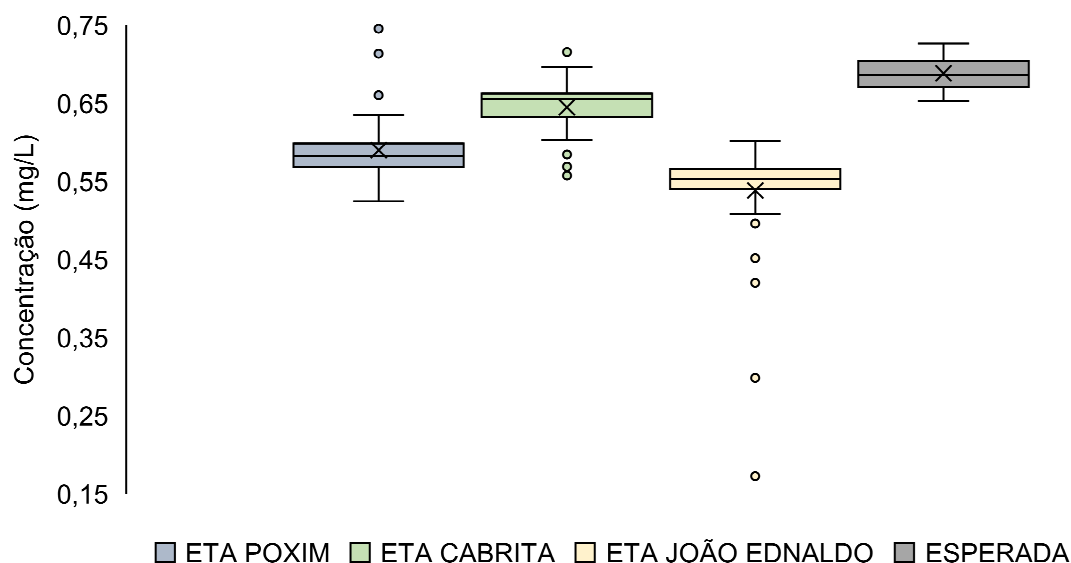
No teste estatístico de Mann-Whitney, o valor-p retornado da análise demonstrou que todas as ETAs possuem diferenças significativas em suas amostras, quando comparadas com o grupo da amostra esperada, visto que o valor-p < 0,001 (Tabela 6). Ainda pode-se verificar na Figura 10, onde é apresentado gráfico do tipo *boxplot*, que as divergências entre os quartis das ETAs e da concentração esperada corroboram o resultado do teste de Mann-Whitney. Também é verificado que a ETA Poxim e a ETA João Ednaldo demonstram valores mais dispersos (outliers) e a ETA Cabrita assume mais proximidade com os valores de média e mediana da concentração recomendada (esperada) (Figura 10). Essa proximidade dos valores médios totais da concentração também pode ser observada na Tabela 8, onde a média total do íon fluoreto para a ETA Poxim foi de 0,59 mg/L, para a ETA Cabrita de 0,65 mg/L, para a ETA João Ednaldo de 0,54 mg/L e para a recomendada (esperada) de 0,69 mg/ L.

Tabela 6– Teste de Mann-Whitney aplicado entre cada uma das amostras das concentrações exercidas das ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo em comparativo com as amostras da concentração recomendada (esperada)

	ETA Poxim x Esperada	ETA Cabrita x Esperada	ETA João Ednaldo x Esperada
Valor-p	$2,00.10^{-18}$	$3,53.10^{-15}$	$3,55.10^{-21}$

Fonte: Autora (2021)

Figura 10 – Boxplot da concentração do íon fluoreto das ETAs Poxim, Cabrita, João Ednaldo e da concentração recomendada (esperada)



Fonte: Autora (2021)

Na Tabela 7 são apresentados os percentuais de amostras da concentração exercida das ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo abaixo, acima ou igual aos valores calculados para a concentração recomendada (esperada) com base nas Tabelas 2,3 e 4. Pode-se observar que todas as ETAs demonstraram valores expressivos abaixo da concentração esperada. Apenas as ETAs Poxim e João Ednaldo apresentaram respectivamente cerca de 3,3% e 5% de suas amostras exercidas acima da esperada e somente a ETA Poxim obteve cerca de 5% de suas amostras iguais a esses valores. Ainda assim, a ETA Cabrita demonstrou resultados mais próximos aos valores da concentração recomendada (esperada) se comparada com as demais estações e a ETA João Ednaldo demonstrou maior distanciamento.

Tabela 7– Comparativo de adequação das concentrações do íon fluoreto das ETAs de acordo com os valores obtidos para a concentração recomendada (esperada)

	% Exer < Esp	% Exer > Esp	% Exer = Esp
ETA POXIM	96,7%	3,3%	0%
ETA CABRITA	90%	5%	5%
ETA JOÃO EDNALDO	100%	0%	0%

Esp. → Esperada; Exer. → Exercida

Fonte: Autora (2021)

A fim de obter-se uma análise mais detalhada, nos dados da concentração exercida de cada estação de tratamento foram contabilizados também os percentuais de amostras condizentes com os limites obtidos do íon fluoreto, mediante os dados da temperatura, conforme o Quadro 1. Assim sendo, na ETA Poxim cerca de 77 % das amostras ficaram abaixo do limite mínimo de 0,6 mg/L e 23 % entre os limites de 0,6 mg /L e 0,8mg/L. Na ETA Cabrita, do total amostral, cerca de 10 % estavam abaixo do limite mínimo de 0,6 mg/L e 90 % entre 0,60 mg/L e 0,8 mg/L, enquanto na ETA João Ednaldo 98% das amostras encontram-se abaixo do limite mínimo e 2% permaneceram dentro do limite (Tabela 8). Em nenhuma das ETAs estudadas foi observada concentração do íon fluoreto acima do limite máximo de 0,8 mg/L e nem do valor máximo permitido (VMP) de 1,5 mg/L expresso pela Portaria GM/MS nº888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021).

Essa condição indica que entre todas as estações, a ETA Cabrita apresentou maior percentual da concentração do íon fluoreto maior dos limites recomendados pela Portaria GM/MS nº888 (BRASIL, 2021). Consequente, a ETA Poxim e a ETA João Ednaldo, apresentaram percentuais significativos dessa concentração inferior ao limite mínimo, conforme Portaria especificada. Destacadamente, a ETA João Ednaldo obteve a maioria das amostras abaixo do limite mínimo.

Aliás, nessas ETAs em análise, nota-se que a prevenção dentária, benefício da fluoretação, estaria comprometido a partir desses percentuais abaixo do limite recomendado (BRASIL, 2012).

Tabela 8– Comparativo de comportamento da concentração do íon fluoreto exercida nas ETAs e na concentração recomendada (esperada)

	Média	Mínimo	Máximo	%Enquadrado	%<Mínimo
ETA POXIM	0,59	0,52	0,75	23%	77%
ETA CABRITA	0,65	0,56	0,72	90%	10%
ETA JOÃO EDNALDO	0,54	0,17	0,60	2%	98%
ESPERADA	0,69	0,65	0,73	100%	0%

Fonte: Autora (2021)

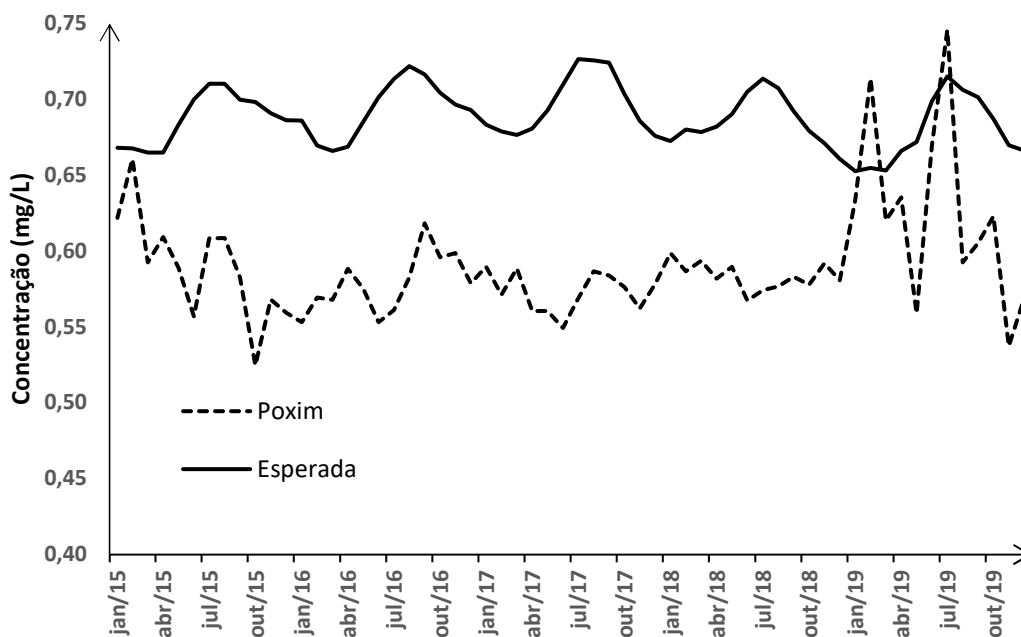
No estudo de Batista (2018) ao analisar a eficiência da ETA João Ednaldo, considerando a contribuição ou não da água do rio Poxim, foi verificado que o manancial apresentava qualidade de água pior que o rio São Francisco. E mesmo

quando misturada ou funcionando apenas com a água do rio São Francisco não dispunha de uma água de boa qualidade, indicando a falta de manutenção na estação. Sendo assim, possivelmente, esse aspecto pode ter influenciado nos teores de flúor da ETA João Ednaldo abaixo do limite mínimo.

3.4 Variação temporal dos teores de flúor nas ETAs estudadas

Em observância aos valores do teores máximos e mínimos de flúor na ETA Poxim na Tabela 8, é possível constatar que as concentrações encontradas ficaram compreendidas, durante o período do estudo, entre 0,52 e 0,75 mg/L. Na Figura 11, observa-se que a concentração de flúor na ETA Poxim apresenta maiores picos no período de 2019 nos meses de fevereiro e julho.

Figura 11 – Concentração de F⁻¹ ao longo do tempo da ETA Poxim e da recomendada (esperada)

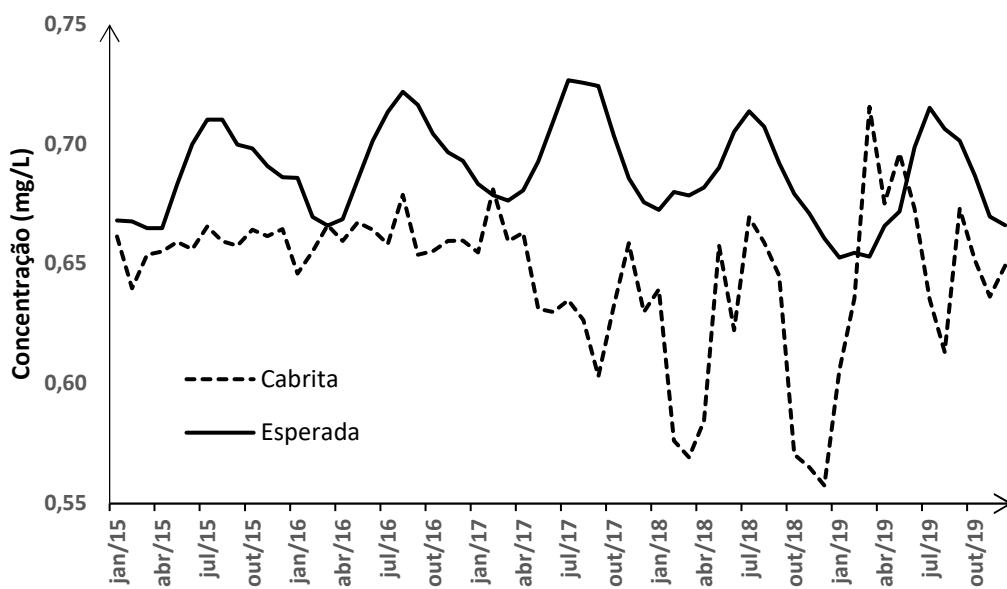


Fonte: Autora (2021)

Enquanto isso, na ETA Cabrita observou-se na Tabela 8 que os valores de concentração obtidos ficaram entre 0,56 e 0,72 mg/L. Na Figura 12, para essa mesma ETA, é verificado menores valores durante o mês de março e dezembro de 2018 e maior pico em março de 2019.

Com base nas Figuras 7, 8 e 9, é percebido que a produção de água não influenciou nas concentrações do íon fluoreto nos meses de picos e depressões citados anteriormente das ETAs Poxim e Cabrita..

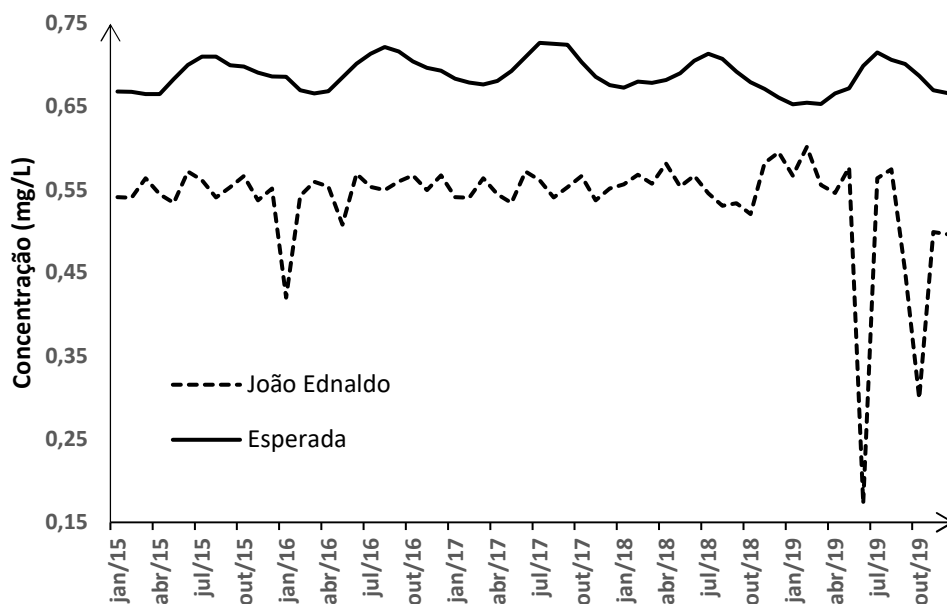
Figura 12 – Concentração de F^{-1} ao longo do tempo da ETA Cabrita e da recomendada (esperada)



Fonte: Autora (2021)

No caso da ETA João Ednaldo os valores de concentração do íon ficaram entre 0,17 e 0,60 mg/L (Tabela 8). Nessa ETA são identificadas depressões em janeiro de 2016 e nos meses de junho e outubro de 2019 (Figura 13). Nesses pontos mais críticos da estação, com as concentração do íon fluoreto de 0,42 mg/L, 0,17 mg/L e 0,30 mg/L respectivamente, também não é identificado que o volume de água produzido tenha afetado esse valores, porém, é observado nos boletins da concessionária de água que o consumo do ácido fluossilícico, nesses meses, foram os menores para o anos correspondentes. Possivelmente, no mês de junho de 2019, o dado referente ao consumo do ácido tenha sido registrado de forma equivocada, tendo em vista que difere em grandeza dos demais meses do ano.

Figura 13 – Concentração de F^{-1} ao longo do tempo da ETA João Ednaldo e da recomendada (esperada)



Fonte: Autora (2021)

Nas Figuras 11, 12 e 13, onde os valores da concentração esperada estão dispostos com variação de 0,65 a 0,73 mg/L (Tabela 8), pode-se identificar que, em todos os anos, nos meses de abril à julho/agosto há o crescimento do íon fluoreto e de julho/agosto à janeiro há diminuição, isso por conta das temperaturas que tendem a diminuir de abril à julho/agosto e posteriormente tendem a aumentar, apresentando uma curva característica no decorrer do tempo.

Relacionando a curva obtida para a concentração esperada juntamente com as demais curvas das ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo, visualizadas nas Figuras 11, 12 e 13, observa-se que ao longo dos anos a variação do íon fluoreto assumida por todas as ETAs oscilou mais a cada mês em comparativo com a variação mensal da concentração recomendada (esperada), apresentando dessa forma curvas com comportamentos divergentes.

Rodrigues *et al.* (2021) ao analisar os teores de flúor na água de abastecimento do município de Belém observaram que a falta de monitoramento e interrupção da técnica ocasionaram perda dos benefícios concedidos pela fluoretação. Ramires e Buzalaf (2006) também reforçaram a necessidade da manutenção e do monitoramento da técnica.

Diante disso, é importante destacar que não foi verificada interrupção da fluoretação em momento algum nas ETAs Poxim, Cabrita e João Ednaldo, mas a falta ou a ineficácia do monitoramento nas estações, possivelmente, possa ter ocorrido, uma vez que foram identificadas maiores variações do íon fluoreto durante o período de 2015 a 2019 nessas ETAs (Figuras 11,12 e 13), comprometendo assim a eficácia da fluoretação ao longo desse tempo. Os valores também abaixo do limite mínimo nessas ETAs podem ter sido influenciados por esse fator.

Além disso, Moimaz *et al.* (2020) verificaram que os teores de flúor da maioria dos municípios do estado de São Paulo se adequaram aos valores recomendados ao longo de um determinado período, decorrente da atuação de programas de heterocontrole que auxiliaram na vigilância da fluoretação e foram realizados em parceria com instituição universitária. Nesse sentido, ressalta-se o quanto são necessárias ações desse tipo em parcerias com instituições públicas ou privadas bem como das vigilâncias sanitárias, a fim de melhorar os padrões da qualidade da água tratada.

Ademais, a sazonalidade pode vir a influenciar nos teores de flúor, como nos estudos de Scalize *et al.* (2018), onde foram identificados no período chuvoso concentrações de flúor acima do limite recomendado. Porém, não foi certificado que os picos de concentração do íon fluoreto das ETAs tenham sido motivados por esse fator, tendo em vista que não foi observada a presença constante de concentrações do íon fluoreto maiores que o recomendado durante os meses mais chuvosos, de abril até julho, como proposto por Ramos *et al.* (2020).

4 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou entender a importância da verificação do monitoramento dos teores de flúor em águas de abastecimento público, especialmente em estações de tratamento de água.

Os resultados expostos permitiram identificar que a ETA Cabrita apresentou concentrações do íon fluoreto mais adequadas aos limites recomendados pela portaria em vigência, mesmo não obtendo a maioria de suas amostras iguais aos valores determinados a cada mês para a concentração recomendada (esperada).

Enquanto isso, a ETA Poxim e a ETA João Ednaldo demonstraram valores mais distantes dessa concentração, com teores de fluoreto ainda mais críticos para a estação de tratamento João Ednaldo.

Além disso, pode-se observar que ao longo do período estudado todas as estações apresentaram maiores oscilações do íon fluoreto a cada mês em comparação com a variação mensal da concentração recomendada (esperada).

Também foi abordado que a ineficácia do monitoramento pode ter influenciado nas concentrações abaixo do limite mínimo recomendado e nas variações ocorridas ao longo do tempo.

Sendo assim, conclui-se que é necessário maior adequação dos níveis de concentração do íon fluoreto das ETAs Poxim e João Ednaldo. Ainda é indispensável que seja realizado o monitoramento mais eficaz desses níveis em todas as estações deste estudo, tendo em vista que essa medida minimiza a possibilidade de valores discrepantes em relação ao nível adequado. Nesse seguimento, também é necessário que a prática do heterocontrole venha a ser adotada em conjunto com instituições, vigilâncias sanitárias e até mesmo com os municípios que são abastecidos pelas ETAs.

REFERÊNCIAS

ANJOS, G. A. S.; FERNANDES, G. F. Fluoretação das águas de abastecimento público no estado de Pernambuco: um resgate histórico. **Odontol Clín-Cient**, v. 14, 2015. Disponível em: <http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-38882015000100003&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 15/10/2021.

BATISTA, D. F. **Avaliação da eficiência da estação de tratamento de água João Ednaldo/Sergipe**. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

BRASIL. **Fundação Nacional de Saúde**: Manual de Fluoretação da água para consumo humano. Brasília: Funasa, 2012. 72 p.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, 2017.

BRASIL. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2021.

CARVALHO, B. Reforma da ETA Cabrita celebra a história secular do sistema e os 44 anos da Deso. 2013. Disponível em <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/component/k2/item/42-reforma-da-eta-cabrita-celebra-a-historia-secular-do-sistema-e-os-44-anos-da-deso/42-reforma-da-eta-cabrita-celebra-a-historia-secular-do-sistema-e-os-44-anos-da-deso>>. Acesso em: 05/05/2021.

DAS, G.; TIRTH, V.; ARORA, S.; ALGAHTANI, A.; KAFEEL, M.; ALQARNI, A. H. G.; SALUJA, P.; VIJ, H.; BAVABEEDU, S.S.; TIRTH, A. Effect of fluoride concentration in drinking water on dental fluorosis in southwest Saudi Arabia. **International Journal of Environmental Research ad Public Health**, v.17, 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7312808/>>. Acesso em: 10/09/21.

DESO – COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE. **Distribuição de água**. 2021. Disponível em: <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/agua/distribuicao-de-agua>>. Acesso em: 09/09/2021.

DESO - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE. Notícia: NOTA OFICIAL - Acidente grave na Ponte de Pedra Branca provoca rompimento na Adutora do São Francisco. 2015a, 09/maio/2015. Disponível em: <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/deso-imprensa/noticias/item/849-nota-oficial-rompimento-na-adutora-do-sao-francisco/849-nota-oficial-rompimento-na-adutora-do-sao-francisco>>

. Acesso em: 23/09/2021.

DESO - COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE. Notícia: Deso executa obras que regularizam abastecimento da Grande Aracaju. 2015b, 19/maio/2015b. Disponível em: <<https://www.deso-se.com.br/v2/index.php/deso-imprensa/noticias/item/853-deso-executa-obras-que-regularizam-abastecimento-da-grande-aracaju>>. Acesso em: 23/09/2021.

DOUMIT, M.; AAD, L. A.; MACHMOUCHI, M. Fluoride concentration of bottled water and public water in Lebanon. **Indian J Dent Res**, v.30, p. 375-380, 2019. Disponível em: <<https://www.ijdr.in/article.asp?issn=09709290;year=2019;volume=30;issue=3;spage=375;epage=380;aulast=Doumit>>. Acesso em: 10/07/21.

DOVIDAUSKAS, S.; OKADA, I. A.; IHA, M. H.; CAVALLINI, A. G.; OKADA, M. M.; BRIGANTI, R. C. Avaliação da qualidade da fluoretação de águas de abastecimento público em 88 municípios da região Nordeste do estado de São Paulo (Brasil). **Vigilância Sanitária em Debate**, São Paulo, p. 14-23, 2017. Disponível em <<https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/926/398>> . Acesso em: 21/05/21.

FRAZÃO, P.; NARVAI, P. C. Fluoretação da água em cidades brasileiras na primeira década do século XXI. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, p. 51:47, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/KnfYsKXmYNNBFLgTQ5PFK4x/?lang=pt>>. Acesso em: 23/07/2021.

GOOGLE MAPS. **Estação de Tratamento de água João Ednaldo - DESO**. 2021. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Esta%C3%A7%C3%A3o+de+Tratamento+de+%C3%81gua+Jo%C3%A3o+Ednaldo+-+DESO/@-10.903584,-37.1141431,385m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x71ab37659ab71b1:0x671ba25498cdc7f9!8m2!3d-10.9058933!4d-37.1116323>>. Acesso em 05/06/2021.

INMET. **Dados históricos anuais**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dados-historicos/>>. Acesso em: 05/05/2021.

JESUS, T. M. **Qualidade da água da sub-bacia do rio Poxim a montante e a jusante da captação da estação de tratamento de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Sergipe, 2021.

LACERDA, A. P. A. G.; OLIVEIRA, N. A.; PINHEIRO, H. H. C.; ASSIS, K. M. L.; CURY, J. A. Fluoretação da água dos dez maiores municípios do estado do Tocantins, Brasil. **Ciênc Saúde Colet**, p. 1507-1518, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/BdNjyqffs8B3qXcJ748433P/?lang=pt#:~:text=Torna%2Dse%20mais%20evidente%2>>

0essa,de%20110%20munic%C3%ADpios%20sem%20fluoreta%C3%A7%C3%A3o>
. Acesso em 23/07/2021.

MICHELAN, D. C. G. S.; BATISTA, I. F.; BATISTA, D.F.; SANTOS, D. G.; MENDONÇA, L. C.; LIMA, D. M. F. Desempenho das etapas de tratamento de água, da estação de tratamento Poxim. **Scientia cum Industria**, v. 7, n. 3, p.7-14, 2019. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/6315/pdf>> Acesso em: 07/05/2021.

MOIMAZ, S. A. S.; SANTOS, L. F. P.; SALIBA, T. A.; SALIBA, N. A; SALIBA, O. Vigilância em saúde: fluoretação das águas de abastecimento público em 40 municípios do estado de São Paulo, Brasil. **Ciênc Saúde Colet**, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/L5Y4CXcN3YKQ5WTMtrxvwYN/?lang=pt>>. Acesso em: 15/12/21.

RAMIRES, I.; BUZALAF, M. A. R. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária- cinquenta anos no Brasil. **Ciênc. Saúde Coletiva**, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/YhvQKg7yNkYxqkkGyg4rNLz/?lang=pt>>. Acesso em 15/12/21.

RAMOS, O. E. J. O.; MEDEIROS, E. S.; SILVA, A. Q.; OLIVEIRA, L. A.; BICALHO, C. C. Estudo do comportamento mensal das chuvas no Município de Aracaju, Estado do Sergipe, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6188>>. Acesso em 12/11/2021.

REZENDE, L. M. M. A. **Água tratada proveniente da ETA cabrita: análise da variação de parâmetros de qualidade**. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

ROCHA, R. M.; LUCAS, A. A. T.; ALMEIDA, C. A. P.; MENEZES NETO, E. L.; NETTO, A. O. A. Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, v. 9, n. 2, p. 276-287, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/7zcTJSzCCvyLCKNJ8dSxHth/abstract/?lang=pt>>. Acesso em 12/11/2021.

RODRIGUES, A. B.T.; MIRANDA M. S.L.; EMMI, D. T.; BARROSO, R. F. F; PINHEIRO, H. H. C.; ARAÚJO, M. V. A. O panorama da fluoretação das águas de abastecimento público da cidade de Belém, estado do Pará, Brasil. **Rev. Pan-Amaz. Saúde**, v.12, 2021. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232021000100050&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10/12/21.

SCALIZE, P. S.; PINHEIRO, R. V. N.; JUNIOR, H.C.R.; ALBUQUERQUE, A.; LOBÓN, G. S.; ARRUDA, P. N. Controle externo da fluoretação em sistemas públicos de abastecimento de água no estado de Goiás, Brasil. **Ciênc Saúde Colet**, 2018. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/csc/a/vzgvwPXWnj68vC43KGyt3qD/?lang=pt>>. Acesso em:15/12/21.

SERGIPE. Notícia: Adutora emergencial de Pedra Branca está concluída. 2015. 15 de maio de 2015. Disponível em:<<https://www.se.gov.br/noticias/Governo/adutora-emergencial-de-pedra-branca-esta-concluida>>. Acesso em 23/09/2021.