

(X) Graduação () Pós-Graduação

**ENSAIOS PRELIMINARES UTILIZANDO 75%TITÂNIO E 25%FERRO PARA
ADSORÇÃO DE ÍONS FLUORETOS PRESENTES EM MATRIZES AQUOSAS**

Angélica Arndt Scalabrin
Universidade Federal de Santa Maria
angelicaascalabrin@gmail.com

Rafaela Roberta Morelato
Universidade Federal de Santa Maria
rafaelarobertamorelato@hotmail.com

João Gabriel Munareto do Amaral
Universidade Federal de Santa Maria
joao_gabrielbiel@hotmail.com

Bruno Leal
Universidade Federal de Santa Maria
bruno.leal@acad.ufsm.br

Nátalie de Paula
Universidade Federal de Santa Maria
eng.nataliedepaula@gmail.com

Elvis Carissimi
Universidade Federal de Santa Maria
elvis.carissimi@ufsm.br

RESUMO

Além das águas superficiais, a água subterrânea também é de suma importância para o abastecimento público. Entretanto, contaminantes tem sido detectados nessa matriz, dentre eles, destaca-se os íons fluoretos (F^-). Se encontrado em concentrações acima do permitido pela legislação federal, que é de 1,5 mg F^-/L , poderá causar doenças como fluorose dentária e esquelética. Para a remoção desse contaminante, podem ser utilizados métodos como, precipitação, eletrocoagulação e a adsorção, que foi o método utilizado neste trabalho. O método consiste em preparar uma solução de 100 mg/L de fluoreto, desta solução inicial, é diluída uma nova solução de 5mg/L de F^- e então a mesma é aferida a pH 5. Posteriormente são adicionados 0,1g do compósito (75%Ti e 25%Fe) com 20 ml da solução de 5 mg/L a qual foi posta em agitação por 1h em agitador banho Maria a 25 °C em 150rpm. Por fim, a solução é filtrada e enviada para cromatografia iônica. Como resultado, o material obteve eficiência de remoção de 36,06% e capacidade de adsorção de 0,362 mg/g. Conclui-se que o material é eficiente para a remoção de íons fluoreto, entretanto, torna-se necessário a realização de mais estudos a respeito do material.

Palavras-chave: Íons Fluoreto; Adsorção; Fluorose; Águas subterrâneas.

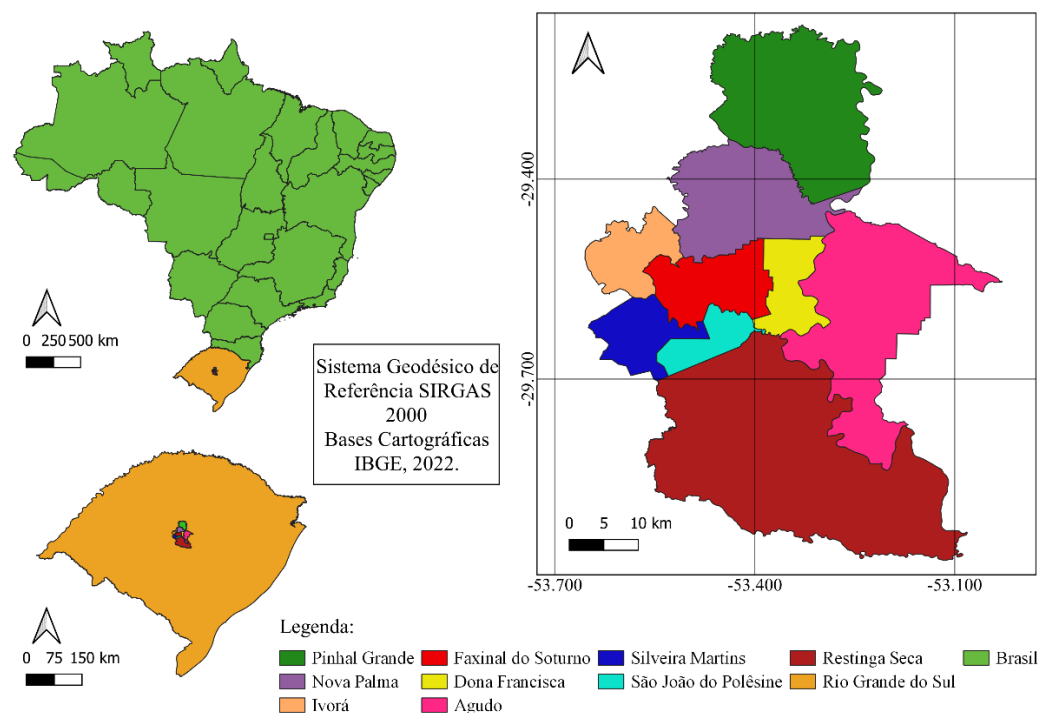
1 INTRODUÇÃO

A contaminação por fluoreto nas águas subterrâneas ocorre de forma natural, devido às atividades vulcânicas, as formações rochosas que estão presentes em determinadas regiões e aos minerais que compõem essas rochas (fluorapatita e fluorita, por exemplo), os quais contêm F^- e o mesmo acaba sendo levado para o fluxo da água. Além de ocorrer por fontes naturais, a contaminação por F^- foi sendo altamente agravado devido ao crescimento das atividades antrópicas emergentes, como resultado de setores industriais, como o alumínio, aço, pesticidas, fertilizantes, entre outros (Solanki *et al.*, 2022).

Os íons fluoreto, presentes em uma quantidade adequada (entre 0,6 e 1,5 mg F^-/L) na água em que consumimos, são de suma importância para a nossa saúde bucal. Pesquisas mostram a sua importância e suas vantagens no tratamento ou prevenção de cáries dentárias (Aoun *et al.*, 2018). Porém, segundo Solanki *et al.*, 2022, o fluoreto em excesso na água, acima de 1,5 mg F^-/L , pode causar desde problemas mais brandos, até doenças mais severas, como fluorose dentária, esquelética e osteoporose. Ainda segundo o autor, inicialmente, pode haver fadiga, danos musculares e problemas relacionados às articulações, já em condições extremas, pode danificar gravemente fígado, rins, artérias, coração, sistema neural, entre vários outros órgãos, tudo vai depender do tempo de exposição a esse elemento.

No Brasil, a Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021, estabelece que o valor máximo permitido para água potável é de 1,5 mg F^-/L , entretanto, em alguns estados do Brasil foram quantificadas altas concentrações de íons fluoreto, em águas subterrâneas. Como por exemplo a região sudeste, onde foram realizados os primeiros estudos em estados com altos índices de água fluoretada, como São Paulo e Minas Gerais, onde ambas indicaram uma dose total elevada, acima do parâmetro de 0,07 mg $F^-/kg/dia$ (Lima-Arsati *et al.*, 2018). No estado do Rio Grande do Sul, a Portaria nº10 de 1999 dispõe que o teor de concentração ideal do F^- na água destinada ao consumo humano é de 0,8 mg/L. Contudo, na região da Quarta Colônia, que está localizada no centro do Rio Grande do Sul, tem-se a problemática do excesso de F^- em águas subterrâneas de abastecimento público. Em trabalho realizado por Morelato *et al.*, 2024, conclui-se que, todos os poços dessa região possuem alguma amostra fora do padrão estabelecido pela legislação nacional e estadual para íons fluoreto, segundo dados de monitoramento do VIGIAGUA 2023. Na figura 1, exibe-se o mapa de localização da região da Quarta Colônia – RS.

Figura 1: Mapa de situação dos municípios pertencentes a Quarta Colônia/RS



Fonte: Autora, (2024).

Neste contexto, várias técnicas com o objetivo de desfluoretação das águas vêm sendo estudadas. Atualmente, as técnicas para a remoção de flúor da água são adsorção, osmose reversa (RO), nanofiltração (NF), eletrocoagulação (CE), eletrodialise (ED) e precipitação (Lacson; Lu; Huang, 2021), mas, segundo as literaturas, a técnica que prevalentemente é usada, é a adsorção. Essa técnica é a mais atraente entre as tecnologias de desfluoretação devido a sua simplicidade, eficiência de remoção, viabilidade econômica e por ser uma técnica mais sustentável (Lacson; Lu; Huang, 2021). O material mais comumente utilizado, para realizar a adsorção de íons fluoreto das águas subterrâneas, é a alumina ativada, porém, a mesma possui eficiência de remoção de 30% e capacidade de adsorção de 0,27 mg/g. Com isso, se faz necessário o estudo com outros tipos de materiais mais eficientes e com maior capacidade de adsorção para esse fim. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo a realização de testes preliminares de adsorção utilizando 75% de Titânio e 25% de Ferro, visando a remoção dos íons fluoreto.

Como metodologia dos ensaios preliminares de adsorção, primeiramente foram pesados 0,221g de fluoreto de sódio em um béquer de vidro e posteriormente, o mesmo foi dissolvido adicionando água destilada em um balão volumétrico de 1000 ml, produzindo a solução de 100mg/L. Desta solução inicial, foram transferidas, com a ajuda de uma proveta, 50 ml para

outro balão volumétrico de 1000 ml, depois completado com água destilada até a linha do menisco, formando a solução de 5 mg/L. Esta segunda solução é transferida para um erlenmeyer de polipropileno e ajustada a pH 5. Em seguida, pesou-se 0,100g do material modificado com 75% de Titânio (Ti) e 25% de Ferro (Fe) em um erlenmeyer, em seguida, foi medido em uma proveta 20ml da solução de 5mg/L de fluoreto. A solução da proveta foi adicionada ao material dentro do erlenmeyer e, posteriormente, mantida no agitador banho maria a 25°C, em 150rpm, durante 60 minutos. Por fim, a amostra foi retirada do agitador e filtrada com o auxílio de seringa e filtro de nylon, com poro de de 0,45 μm , diâmetro de 13mm e a amostra foi enviada para cromatografia iônica para quantificar a concentração de íons fluoreto.

2 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O resultado do teste preliminar demonstrou que o material modificado teve eficiência de remoção de 36,06% e capacidade de adsorção de 0,362 mg/g. Entretanto, se torna indispensável a realização de mais estudos e testes com outros tipos de materiais que possam ser ainda mais eficientes para a remoção de íons fluoreto, tendo em vista que a literatura existente ainda é limitada e os estudos ainda estão em escala laboratorial. Considerando que, por se tratar de contaminação de águas subterrâneas, essa não é uma problemática encontrada apenas no Brasil. O flúor é um contaminante que já se tornou um impasse mundial e precisa do desenvolvimento de novos adsorventes, amplamente executáveis.

3 CONCLUSÕES

Conclui-se que o material testado é eficiente para a remoção de íons fluoreto (F^-), contudo, ainda é necessário a realização de ensaios de adsorção em batelada, aplicação em leito fixo, testes de reuso para a utilização do mesmo em escala industrial, além de mais alguns testes para ver se é realmente viável a utilização do material para a remoção desse contaminante.

Tendo em vista que a alumina ativada possui uma eficiência de 30% de remoção dos íons fluoreto e o material com 75% titânio e 25% ferro, possui eficiência de 36,06%, sugere-se também, a modificação da superfície da alumina ativada (AA) com o composto citado, a fim de criar um material ainda mais eficiente, visando uma maior adsorção dos íons fluoreto das matrizes aquosas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do EDITAL FIEEX PRE/UFSM N.083/2020 e dos autores envolvidos.

REFERÊNCIAS

AOUN, A. *et al.* The Fluoride Debate: The Pros and Cons of Fluoridation. **Preventive Nutrition and Food Science**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 171–180, 2018.

BRASIL. **Portaria n. 888**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de malhas territoriais**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LACSON, C. F. Z.; LU, M.-C.; HUANG, Y.-H. Fluoride-containing water: A global perspective and a pursuit to sustainable water defluoridation management -An overview. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 280, p. 124236, 2021.

LIMA-ARSATI, Y. B. de O. *et al.* Exposição a fluoreto por crianças na faixa etária crítica para fluorose dentária, residentes no semiárido brasileiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 1045–1054, 2018.

MORELATO, R. *et al.* Estudos de fragilidade ambiental quanto às áreas mais vulneráveis a serem afetadas por contaminação de íons fluoreto no município de São João do Polêsine. **Jornada de jóvenes investigadores**, p. 510, 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria n.10** de 1999. Define teores de concentração do íon fluoreto nas águas para consumo humano fornecidas por Sistemas Públicos de Abastecimento.

SOLANKI, Y. S. *et al.* Fluoride occurrences, health problems, detection, and remediation methods for drinking water: A comprehensive review. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 807, p. 150601, 2022.