

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE FERRO E MANGANÊS EM ÁGUAS PARA FINS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO MUNICÍPIO DE ITAIÇABA - CEARÁ

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.IX-004>

Neyla Cristina de Oliveira Lima, CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará, neyla.lima@cagece.com.br

RESUMO

A água é um recurso natural indispensável para vida humana. Embora no Brasil, seja um recurso abundante, ela não é distribuída de forma igualitária em todas as regiões. A região nordeste brasileira, por ter característica de semiárido, tem apenas 3% da oferta de recursos hídricos disponíveis, nessa circunstância, enfrenta severos problemas de escassez hídrica. No estado do Ceará, a bacia do Rio Jaguaribe é a de maior dimensão, com área de 74.600 km², equivalente a cerca de 50% do território estadual. O Açude Castanhão é área de influência no Médio/Baixo Jaguaribe e abrange vários municípios, incluindo o de Itaiçaba. Esse manancial, que em 2009 atingiu sua capacidade máxima, sofreu a partir de 2012 um declínio considerável em seu volume, onde a partir de 2016, ele não conseguiu atender de forma satisfatória a perenização do Rio Jaguaribe, principalmente nos municípios do Baixo Jaguaribe, tendo como consequência o colapso da fonte de captação superficial do sistema de abastecimento de água do município de Itaiçaba. Diante disto, a captação foi substituída por 10 poços tubulares. Com essa mudança de manancial, a Estação de Tratamento de Água de Itaiçaba não estava preparada para receber esse novo tipo de água que tem características tanto físicas como químicas totalmente diferentes. Essa situação, obrigou a serem tomadas medidas urgentes de adequação de todo o sistema de flocculocantação, filtração e elevatória de lavagem dos filtros, visando proporcionar a tratabilidade dessa água e atender ao que preconiza a legislação vigente. Desta forma, o presente estudo tem objetivo analisar a eficiência da remoção de ferro e manganês em águas para abastecimento público. As adequações realizadas na estação de tratamento de água do município de Itaiçaba-CE, possibilitou a tratabilidade dessa água com alto teor de ferro e manganês, utilizando-se a tecnologia de pré-oxidação, decantação e dupla filtração na Estação de Tratamento de Água de Itaiçaba/Ceará. Este estudo pode fundamentar e embasar soluções para sistemas de tratamento de água que necessitam adequar os parâmetros ferro e manganês a legislação pertinente relativa a qualidade da água para consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Análise da Eficiência. Ferro. Manganês. Itaiçaba. Manancial.

INTRODUÇÃO

A água constitui-se um recurso natural essencial aos seres vivos, presente em todos os processos bioquímicos e fisiológicos, o que torna seu acesso indispensável às comunidades em geral. Além disso, é o componente mais abundante do planeta, e nos organismos vivos, atua como solvente universal para diversas substâncias orgânicas (Garcia, Moreno e Fernandes, 2015).

Almeida (2003), argumenta que o padrão de qualidade de vida de uma população está relacionado à qualidade e disponibilidade da água, sendo este o recurso natural mais crítico à saúde humana e mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento. A oferta de recursos hídricos está cada vez mais comprometida, na medida em que as águas superficiais e subterrâneas vêm sendo constantemente poluídas com efluentes e dejetos oriundos das atividades industriais, agrícolas e urbanas.

Os íons de ferro e manganês presentes na água potável causam depósitos, incrustações e permite que bactérias nocivas apareçam nas redes de água. Além de conferir gosto e odor, manchas nas roupas e equipamentos sanitários e interferir em processos industriais (Moruzzi e Reali, 2012).

Em diversos municípios da região do Vale do Jaguaribe, os mananciais subterrâneos apresentam altas concentrações de ferro e manganês, chegando muitas vezes a inviabilizar os usos em decorrência da não disponibilidade de tratamento adequado para a remoção destes elementos químicos. Desta forma, o presente estudo tem objetivo analisar a eficiência da remoção de ferro e manganês em águas para abastecimento público.

OBJETIVO

A pesquisa visa analisar a eficiência da remoção de ferro e manganês em águas para abastecimento público utilizando-se a tecnologia de pré-oxidação, decantação e dupla filtração na Estação de Tratamento de Água de Itaiçaba/Ceará.

METODOLOGIA

Área de Estudo - A pesquisa foi desenvolvida na Estação de Tratamento de Água da sede municipal de Itaiçaba, localizada na Rua João Batista Lima S/N, rodovia CE-371 de Itaiçaba, operada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, conforme Figura 01.



Figura 1 - Localização dos pontos de coletas (Google Earth, 2022).

A partir de 2016, a ETA de Itaiçaba teve que migrar de captação superficial para captação subterrânea, por meio de uma bateria de 10 poços tubulares, localizados na ETA e no seu entorno, visto que houve redução significativa do volume de água do Açude Castanhão, que perenizava o Rio Jaguaribe e que tornou-se inviável a captação superficial. Com a mudança de manancial, observou-se alterações consideráveis de teores dos parâmetros ferro e manganês, que ficaram bastante elevados.

A estação promoveu alterações na sua constituição original e passou a ser composta por 01(uma) unidade de pré-oxidação, 02(duas) unidades de floccodecantadores e fluxo vertical tipo manto de lodo de alta taxa de diâmetro $D = 3,5\text{m}$. Com a vazão média de $35\text{m}^3/\text{h}$, a taxa de aplicação superficial (TAS) de $87,30\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$, seguido por filtração ascendente e descendente. Os filtros têm capacidade de tratamento de $72\text{m}^3/\text{h}$ e a pré-oxidação é realizada com cloro gasoso. A foto 02 demonstra as unidades de tratamento da estação após as alterações promovidas.



Foto 02 – Filtros e floccodecantadores de fluxo vertical de alta taxa.

Período de Coleta – Foram realizadas coletas semestrais para análise de Ferro e Manganês no período de abril de 2019 a abril de 2024, nos poços tubulares, na entrada e saída da estação de tratamento de água, operada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE no município de Itaiçaba/CE.

Materiais e Métodos – O estudo utilizou como fonte de dados, os laudos de qualidade da água dos poços tubulares, da entrada e saída da estação.

A eficiência representa o quanto de um determinado parâmetro (Ferro e Manganês) foi removido durante o processo de tratamento e é dada pela equação abaixo:

$$E = \frac{C_e - C_s}{C_e} * 100 \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

E: Eficiência de remoção (%);

C_e : Concentração do parâmetro na entrada do sistema;

C_s: Concentração do parâmetro na saída do sistema.

RESULTADOS

A análise qualitativa dos dados possibilita a avaliação do atendimento do Anexo XX da Portaria Consolidação de 05/2017 do Ministério da Saúde, que trata do controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Desta forma, os limites preconizados para os parâmetros Ferro e Manganês estão descritos na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 – Limites dos parâmetros ferro e Manganês conforme Anexo XX da Portaria Consolidação de 05/2017 do Ministério da Saúde:

PARÂMETRO	LIMITE
Ferro	0,3mg/L
Manganês	0,1mg/L

As tabelas 02 e 03 a seguir, demonstram os resultados médios dos parâmetros de ferro e manganês na saída da estação para averiguação do atendimento do Anexo XX da Portaria Consolidação de 05/2017 do Ministério da Saúde, que trata do controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano:

Tabela 2 – Resultados Médios Parâmetro Ferro:

ANO	F _e TRATADA	LIMITE PORTARIA	SITUAÇÃO
2019	0,23	0,30	Atendida
2020	0,20	0,30	Atendida
2021	0,23	0,30	Atendida
2022	0,30	0,30	Atendida
2023	0,20	0,30	Atendida
2024	0,20	0,30	Atendida

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Relatório de Análises do Controle de Laboratório da CAGECE

Tabela 3 – Resultados Médios Parâmetro Manganês:

ANO	M _n TRATADA	LIMITE PORTARIA	SITUAÇÃO
2019	0,05	0,10	Atendida
2020	0,05	0,10	Atendida
2021	0,05	0,10	Atendida
2022	0,05	0,10	Atendida
2023	0,05	0,10	Atendida
2024	0,05	0,10	Atendida

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Relatório de Análises do Controle de Laboratório da CAGECE

As tabelas 4 e 5 a seguir, trazem os resultados médios dos parâmetros de ferro e manganês na entrada e na saída da estação para averiguação da eficiência de remoção:

Tabela 4 – Eficiência de remoção Ferro

ANO	F _e BRUTA	F _e TRATADA	% EFICIÊNCIA
2019	11,48	0,23	98,00
2020	13,42	0,20	98,51
2021	15,97	0,23	98,56
2022	20,88	0,30	98,56
2023	14,99	0,20	98,67
2024	28,10	0,20	99,29

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Relatório de Análises do Controle de Laboratório da CAGECE

Tabela 5 – Eficiência de remoção Manganês:

ANO	M _n BRUTA	M _n TRATADA	% EFICIÊNCIA
2019	0,34	0,05	86,58
2020	0,41	0,05	87,86
2021	0,70	0,05	92,89
2022	0,77	0,05	93,51
2023	0,76	0,05	93,40
2024	1,24	0,05	95,95

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Relatório de Análises do Controle de Laboratório da CAGECE

Apresentaremos os resultados dos parâmetros ferro e manganês nos gráficos 01 e 02 encontrados na saída do sistema de tratamento de água no período de 2019 a 2024, onde fazemos um comparativo com o limite da portaria do Anexo XX da Portaria Consolidação de 05/2017 do Ministério da Saúde:

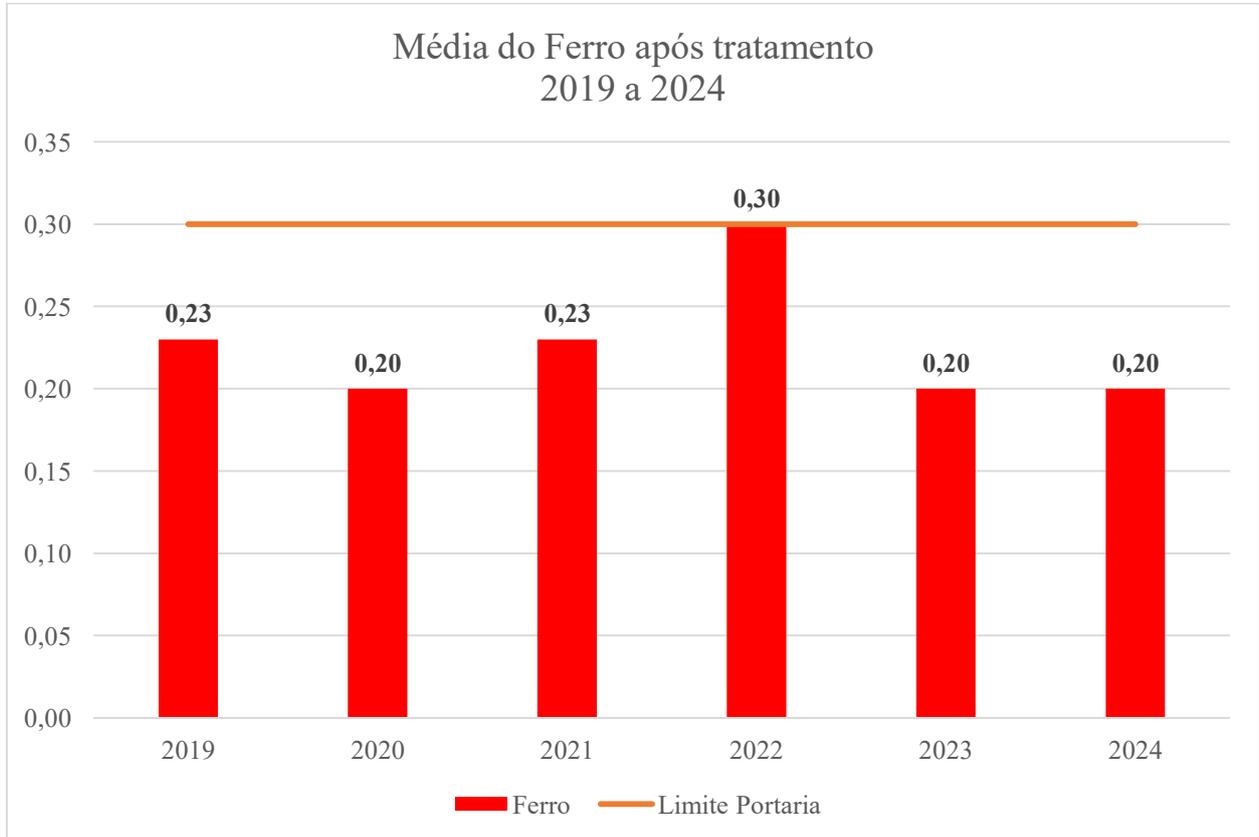


Gráfico 1 – Resultados Médios Parâmetro Ferro

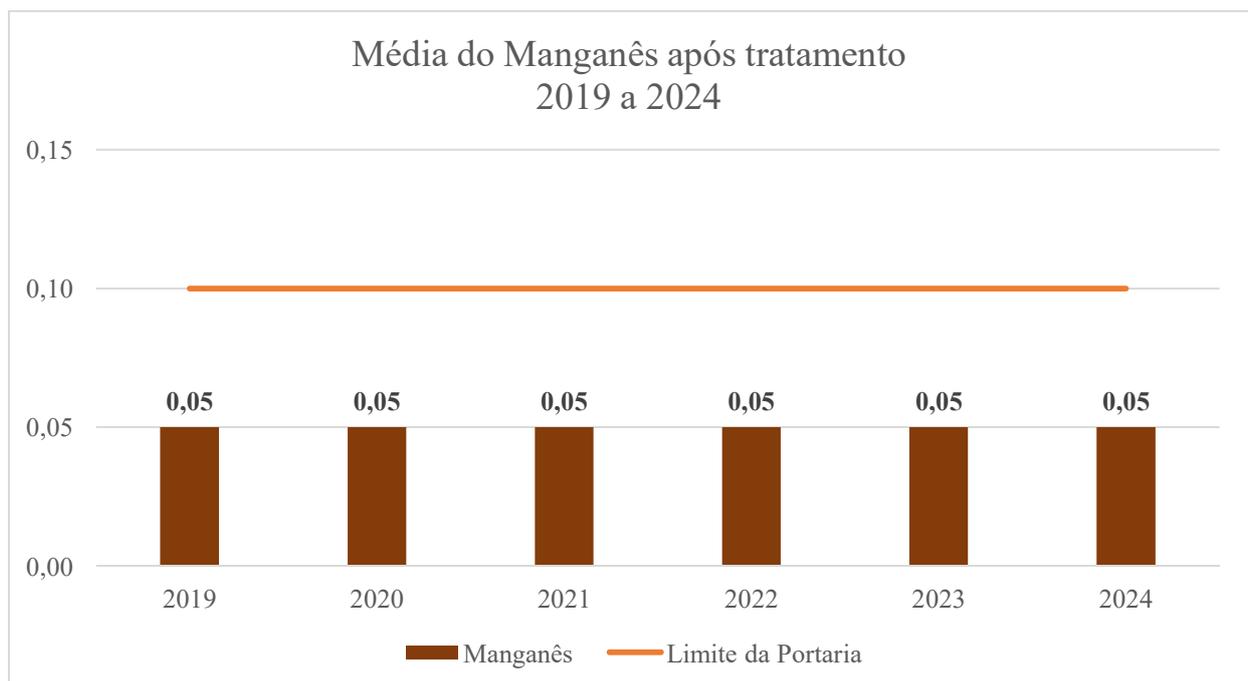


Gráfico 2 – Resultados Médios Parâmetro Manganês

Apresentaremos os resultados da eficiência de remoção parâmetros ferro e manganês nos gráficos 03 e 04 encontrados no sistema de tratamento de água no período de 2019 a 2024, onde fazemos um comparativo com os valores de entrada e saída do sistema:

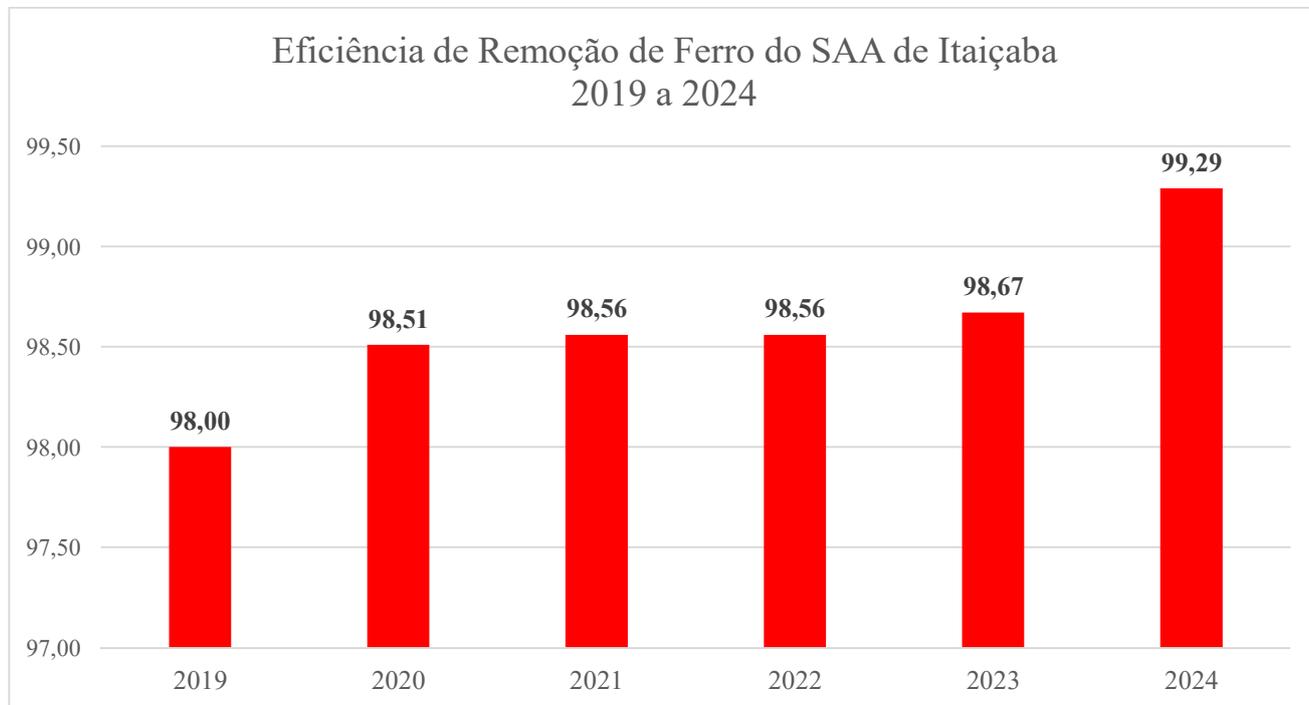


Gráfico 3 – Eficiência de Remoção Média parâmetro Ferro

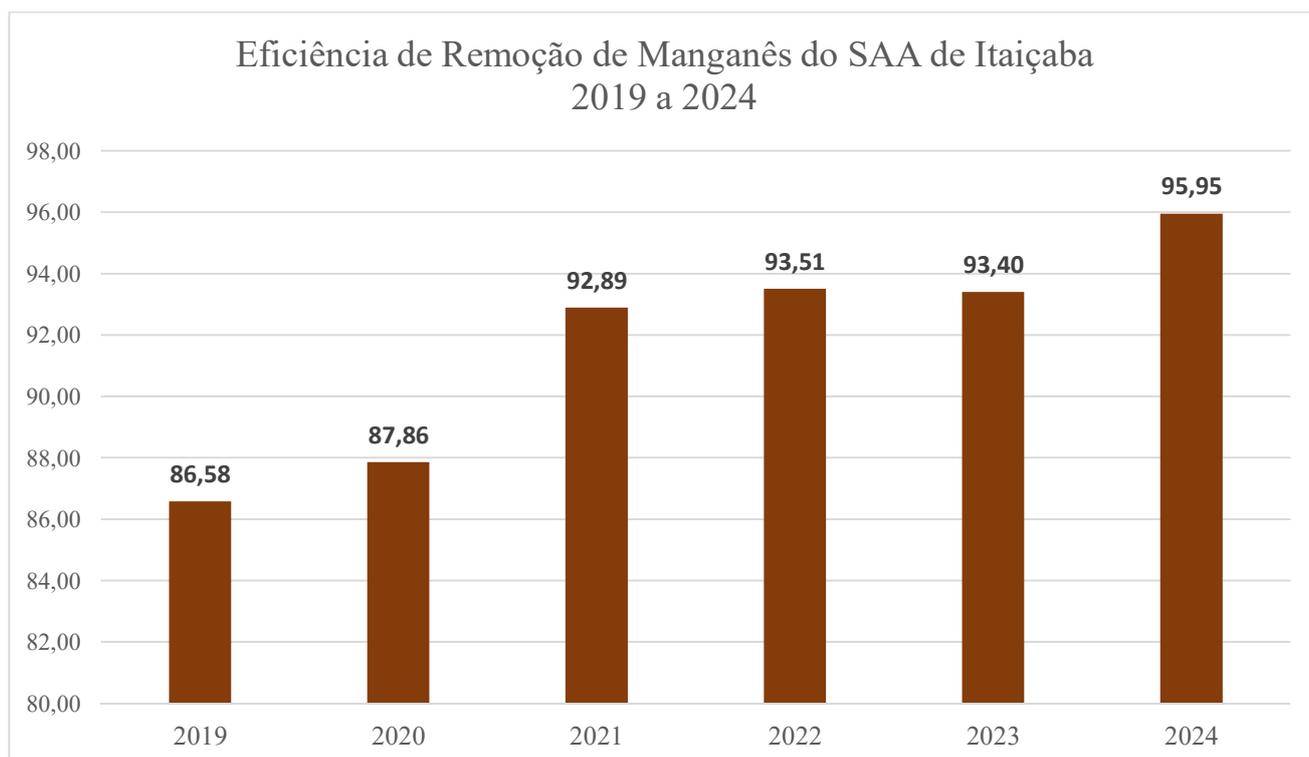


Gráfico 4 – Eficiência de Remoção Média parâmetro Manganês

ANÁLISE E DISCUSSÕES

Segundo Moruzzi e Reali (2012), o tratamento de águas contendo ferro e manganês envolvem duas fases principais interdependentes: oxidação e eliminação do precipitado formado. Neste estudo, a fase de oxidação do ferro foi realizada com a aplicação de cloro gasoso, ao passo que a etapa de eliminação do precipitado, ocorreu com as etapas de flocculocantação em floculadores de fluxo vertical tipo manto de lodo de alta taxa e filtração com filtros de fluxo ascendente e descendente.

O sistema apresenta linha de tendência de crescimento na eficiência de remoção de ferro e manganês, sendo perceptível a evolução durante os anos estudados. Obtendo as máximas eficiências de remoção no ano de 2024, com 99,29% de remoção de ferro e 95,95% de remoção de manganês.

A estação de tratamento conseguiu atender aos limites dos parâmetros ferro e manganês preconizados pelo Anexo XX da Portaria Consolidação de 05/2017 do Ministério da Saúde, que trata do controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano em todos os anos analisados.

CONCLUSÃO

A análise periódica da qualidade físico-química da água configura-se como um importante instrumento para gestão e controle da Estação de Tratamento de Água e deve ser fator *sine qua non* para a tomada de decisões no que se refere ao tipo de tratamento empregado.

Apesar de todos os desafios, esse estudo serviu para conhecer a situação apresentada com a crise hídrica no sistema de abastecimento de água da sede municipal de Itaiçaba, os desafios do tratamento da água e quais medidas adotadas para adequação da ETA, o que foi de extrema importância para atender a legislação quanto a potabilidade da água a ser distribuída para população.

Essa opção adotada no tratamento permitiu que a ETA se tornasse versátil, onde permitiu o tratamento adequado para captação subterrânea. Com isso, essa ação tornou-se a melhor aplicação tecnológica conforme estudos de engenharia para processos de tratamento de água no sistema de abastecimento de água de Itaiçaba.

Este estudo, pode fundamentar e embasar soluções para sistemas de tratamento de água que necessitam adequar os parâmetros ferro e manganês à legislação pertinente relativa a qualidade da água para consumo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, M.A.B; Schwarzbold, A; 2003. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA) Revista Brasileira de Recursos Hídricos 8 (1): 81-97.
2. Garcia ENA, Moreno DAAC, Fernandes ALV. A importância da preservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez de água no Brasil. Fórum Amb Alta Paul. 2015;11(6): 235-49. doi: 10.17271/19800827
3. MORUZZI, Rodrigo Braga e REALI, Marco Antonio Penalva. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial: uma abordagem geral. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, n. 1, p. 29-43, 2012. Tradução. Disponível em: <http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/view/97>. Acesso em: 03 ago. 2024.