

Aparecida de Goiânia: Estudo de Caso

Aparecida de Goiânia emerge como um epicentro do problema, com poços operados pela Saneago apresentando níveis críticos de Fe e Mn. Dados técnicos coletados entre 2020 e 2023 indicam que 70% dos poços na região requerem intervenção para redução de metais. A água bruta desses locais exibe características como pH entre 6,2 e 7,1 e condutividade elétrica de 400–600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, condições que favorecem a solubilidade dos íons metálicos. Sem tratamento, o consumo prolongado dessa água pode levar a distúrbios neurológicos (no caso do manganês) e danos hepáticos (ferro), além de corrosão acelerada de tubulações.

Áreas Rurais e Periferia de Goiânia

Regiões rurais adjacentes à capital também enfrentam desafios. Poços artesanais em municípios como Senador Canedo e Trindade registram concentrações médias de 1,8 mg/L de ferro, ultrapassando em seis vezes o limite permitido. A falta de infraestrutura centralizada nessas localidades torna essencial a instalação de filtros descentralizados, especialmente em comunidades que dependem exclusivamente de fontes subterrâneas.

Tecnologias de Filtragem Aplicadas no Estado

Sistemas Baseados em Troca Iônica com Vermiculita

Pesquisas desenvolvidas em parceria com o Instituto Federal de Goiás (IFG) testaram a eficácia da vermiculita, um mineral natural com alta capacidade de troca iônica. Em colunas de leito fixo, a vermiculita alcançou capacidade máxima de remoção (q_{max}) de 4,55 mg/g para Fe e Mn, tratando vazões de 1,55 L/min. Esse material mostrou-se particularmente eficaz em águas com pH neutro, adsorvendo íons metálicos sem necessidade de aditivos químicos, o que reduz custos operacionais em 30% comparado a métodos convencionais.

Filtros com Zeólitos e Cloro

A Mastertreat utiliza zeólitos sintéticos em seus filtros, que atuam como meio filtrante catalítico. Quando combinados com cloro (2–3 mg/L), esses sistemas oxidam Fe^{2+} e Mn^{2+} para formas insolúveis (Fe^{3+} e Mn^{4+}), que são retidas no leito filtrante. A eficiência de remoção supera 95% para ambos os metais, com ciclos de retro lavagem automáticos a cada 72 horas, garantindo vida útil de até 8 anos para o meio filtrante.

Sistemas de Aeração e Filtração em Múltiplas Etapas

A Acquacontroll emprega filtros de polietileno de alta densidade reforçados com fibra de vidro, capazes de suportar pressões de até 10 bar. O processo envolve:

Oxidação preliminar: Introdução de ar comprimido ou permanganato de potássio para converter metais à forma particulada.

Filtração em leito duplo: Camadas de areia e antracito retêm partículas maiores, enquanto o zeólito atua na remoção fina.

Polimento final: Carvão ativado remove resíduos de odor e sabor, com eficiência comprovada de 99,9% na eliminação do gosto metálico.

Parâmetros Técnicos e Operacionais

Dimensionamento de Sistemas

O dimensionamento depende de variáveis como vazão (Q), concentração inicial de metais (C_0), e características físico-químicas da água. Para uma vazão

típica de 10 m³/h em Aparecida de Goiânia, recomenda-se filtros com diâmetro de 1,2 m e altura de 2,5 m, preenchidos com 500 kg de vermiculita. A equação de Thomas (Equação 1) é frequentemente aplicada para prever a capacidade de adsorção em leitos fixos:

$$C_t - C_0 = 1 + \exp(-k_{Th} \cdot q_0 \cdot m - k_{Th} \cdot C_0 \cdot t) \quad C_0 - C_t = 1 + \exp(-k_{Th} \cdot q_0 \cdot m - k_{Th} \cdot C_0 \cdot t) - 1$$

Onde k_{Th} é a constante cinética, q_0 a capacidade máxima de adsorção, e m a massa do meio filtrante.

Custos e Sustentabilidade

Sistemas baseados em vermiculita apresentam custo médio de R\$ 15.000 por unidade, com retorno em 18 meses devido à redução de manutenção em tubulações. Já filtros automatizados com zeólitos demandam investimento inicial maior (R\$ 25.000–R\$ 40.000), mas operam com consumo energético inferior a 5 kWh/dia, ideal para localidades remotas.

Impactos da Não Utilização de Filtros

Danos à Saúde Pública

Estudos epidemiológicos vinculam o consumo crônico de água com manganês acima de 0,1 mg/L a deficits cognitivos em crianças, enquanto o ferro em excesso está associado a hemocromatose. Em Goiás, 12% das internações por doenças gastrointestinais em 2023 foram atribuídas à contaminação por metais.

Prejuízos Econômicos

A incrustação de tubulações por óxidos de ferro eleva a perda de carga hidráulica em 40%, aumentando custos com bombeamento em sistemas de distribuição. Empresas de lavanderias em Goiânia reportaram gastos adicionais de R\$ 12.000/ano com reposição de tecidos manchados antes da instalação de filtros.