



**Encontro Técnico  
AESABESP**  
30º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



**FENASAN**  
30ª Feira Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



## **258 - REMOÇÃO DE DUREZA COM A TECNOLOGIA DE ABRANDAMENTO ELETROLÍTICO NA LOCALIDADE DE SERRA DOS VIEIRAS, NO MUNICÍPIO DE RUSSAS – CE.**

### **Larine Vitória Vale de Brito<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental, formada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE. Trabalha na Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE, atuando estagiária na área técnica na Gerência de Saneamento Rural – GESAR.

### **Fernando Victor Galdino Ponte<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Químico e mestre em Saneamento Ambiental formado pela Universidade Federal do Ceará – UFC e Engenheiro Civil formado pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

### **Otaciana Ribeiro Alves<sup>(3)</sup>**

Tecnóloga em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, Mestre em Gestão de Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará – UFC e Especialista em Gestão Empresarial pela Faculdade Getúlio Vargas – FGV. Atua há 8 (oito) anos como gerente de Saneamento Rural na Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE.

### **Erlândio Diógenes Mourão<sup>(4)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental formado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, atuando como responsável técnico no Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Baixo Jaguaribe.

### **Cícero Santiago Barros<sup>(5)</sup>**

Tecnólogo em Saneamento Ambiental formado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, cursando Engenharia Civil pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Trabalha na Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE, atuando como Coordenador de Gestão na Gerência de Saneamento Rural – GESAR.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Ana Gonçalves, Número 345, Casa A – São João do Tauape – Fortaleza – Ceará – CEP: 60130-490 – Brasil – Tel: +55 (88) 99795-2275 - e-mail: [larinevale@gmail.com](mailto:larinevale@gmail.com)

## **RESUMO**

A quadra chuvosa no semiárido nordestino é demasiadamente inconstante em razão das suas características climáticas predominantes, o que acaba gerando baixos volumes em mananciais superficiais. Com isso, a utilização de poços profundos para abastecimento humano tem se tornado recorrente, por ser uma solução relativamente simples e barata. No entanto, apesar desta experiência atenuar a questão da quantidade de água, a mesma traz consigo a problemática da qualidade das águas subterrâneas, em que estas vêm apresentando elevados teores de dureza na sua formação, gerando a grande problemática que tem sido a escolha pela tecnologia adequada para remoção desta propriedade da água. Diante disso, o referido trabalho tem a finalidade apresentar a eficiência na redução de dureza total com a utilização da tecnologia Troca Iônica, nas águas fornecidas a localidade rural Serra dos Vieiras, no município de Russas – CE, que vem padecendo perante as consequências oriundas da presença de dureza em suas águas locais. Os dados utilizados neste estudo foram coletados no sistema de abastecimento da localidade, que tem sua gestão de forma compartilhada pela associação e o Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Rural, Remoção de Dureza, Tratamento de Água.

## **INTRODUÇÃO**

São inúmeros os obstáculos que levam o Brasil ao déficit no índice de cobertura de saneamento básico, pois mesmo após a aprovação da Lei do Saneamento 11.445/07, caminhamos lentamente rumo a universalização do acesso aos serviços que possibilitam a dignidade de vida humana, bem como objetivo de Desenvolvimento Sustentável. Dentre este conjunto de serviços, está o abastecimento de água potável para seus diversos usos, no qual segundo estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 2018 e divulgado

na Agência de Notícias do IBGE, as regiões Norte e Nordeste do país apresentam os menores percentuais, 59,2% e 80,3% respectivamente, de residências com rede geral de acesso a água tratada diariamente.

Neste cenário, a utilização de poços profundos como fonte de abastecimento vem ganhando grande visibilidade nos últimos anos, principalmente no acesso a água em comunidades rurais, do interior do Estado do Ceará, por exemplo, em que a quadra chuvosa é estável ocasionando baixo aporte nos rios e açudes, comprometendo a demanda de distribuição. Porém, as águas advindas do subsolo requerem aplicação de novas tecnologias afim de promoverem melhorias em sua qualidade, já que estas águas são geralmente caracterizadas pelas elevadas concentrações de dureza de cálcio e magnésio, ferro, cloreto.

Tendo origem natural pela dissolução de rochas calcáreas, ricas em cálcio e magnésio, a dureza expressa em mg/L de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água, sobretudo de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e em menor magnitude alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ), ferro ( $\text{Fe}^{+2}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ) e estrôncio ( $\text{Sr}^{+3}$ ), e se manifesta pela resistência à reação de saponificação (LIBÂNIO, 2010). As abundantes concentrações de dureza nas águas acarretam problemas tais como: incrustações nas tubulações, chuveiros, torneiras e hidrômetros de água quente e uso de grandes quantidades de sabões e xampus, por causar a redução na formação de espuma, comprometendo a utilização do recurso natural nos usos domésticos diários da população. Ainda não há existência de estudos científicos ratificando o surgimento de doenças que comprometem a saúde humana ligadas as águas duras.

Segundo a Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX, que aborda sobre o controle e da vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, dispõe que o valor máximo permitido de dureza total em águas para abastecimento humano seja de 500 mg/L. Deste modo, suceder estudos para remoção de dureza total nas águas subterrâneas se faz necessário, visto que esta se encontra em quantidades significativas nas regiões semiáridas brasileiras.

Assim, para garantir a qualidade das águas subterrâneas fornecidas em comunidades rurais, o presente trabalho foi realizado através de análises e tem por objetivo avaliar a eficácia da tecnologia Troca Iônica como tratamento na redução do elevado teor de dureza total presentes nas águas do sertão nordestino, visando a replicação desta técnica em futuros projetos de sistemas abastecimento de água.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

### **Descrição da tecnologia de tratamento de água**

A área de estudo utilizada foi o sistema de abastecimento de água da comunidade Serra dos Vieiras, zona rural do município de Russas – CE, gerenciado pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR, localizada na Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe (BBJ), que tem como georreferenciamento a coordenada 631637 (latitude) e 9447636 (longitude), dispondo como fonte de captação um poço profundo situado na própria comunidade.

O Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR é uma organização sem fins lucrativos, criada em 1996, formada por associações comunitárias, no qual realiza o gerenciamento da distribuição de água tratada em comunidades rurais no interior do Estado do Ceará de forma compartilhada, visando a melhoria da qualidade de vida da população rural.

O poço que abastece a comunidade tem profundidade de 60 metros, favorecendo o surgimento das elevadas concentrações de dureza na água, perante as características da região. A figura 1, mostra o reservatório elevado do sistema de abastecimento em estudo.



**Encontro Técnico  
AESABESP**

30º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



**FENASAN**

30ª Feira Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



**Figura 1: Reservatório do sistema de abastecimento de água de Serra dos Vieiras – Russas.**

A vazão exigida para atender a população é de 6 m<sup>3</sup>/h, onde a água bruta é conduzida por uma tubulação de recalque com 1.200m de comprimento com DN 50mm até passar pelo abrandador eletrolítico, localizado na área interna do reservatório elevado (REL) do sistema.

O tratamento acontece quando a água com alto índice de dureza passa pelo abrandador, onde acontece a troca iônica. O processo eletrolítico consiste em fornecer elétrons para os minerais de carbonato que passam pelo núcleo do equipamento, fazendo com que o carbonato de cálcio e de magnésio sofram uma alteração na sua estrutura cristalina passando de calcita para aragonita.

A água tratada chega ao REL, com capacidade de 30m<sup>3</sup>. O mesmo tem uma função importante no tratamento que é de decantação de uma parte dos cristais formados. É no REL também que é aplicado a desinfecção. Na descida para a distribuição da água para a população ainda existe uma sequência de filtros disco.

O REL tem a função de armazenar a água que será distribuída à população, garantindo as pressões necessárias para o funcionamento eficaz da rede de distribuição, além de armazenar o volume necessário à lavagem do filtro, que será realizada em contra fluxo de descarga a partir de tubulação independente.

### **Pontos de coleta**

Os locais escolhidos para realização das coletas são pontos estratégicos para conhecimento dos parâmetros da água bruta e identificação da eficiência na remoção da dureza de cálcio e magnésio.

Pode-se observar na figura 2 abaixo o ponto corresponde ao local onde será coletada a água tratada, já o ponto da coleta da água bruta é na saída do poço.



**Figura 2: Ponto de coleta de água tratada – Equipamento Troca Iônica.**

### Parâmetros analisados

Para determinação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos averiguados, foram empregados os métodos dispostos no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* de 2012. Estes parâmetros tiveram suas análises determinadas no laboratório de controle de qualidade da Unidade de Negócios BBJ pertencente a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. Os parâmetros analisados, a metodologia aplicada e os equipamentos empregados estão dispostos conforme as tabelas abaixo.

**Tabela 1: Parâmetros físico-químicos analisados.**

Parâmetro Analisado	Método Analítico
Turbidez	Nefelométrico
Cor Aparente	Comparação Visual
pH	Potenciométrico
Dureza Total	Espectrofotométrico
Cloro Residual	Titulométrico

**Tabela 2: Parâmetros bacteriológico analisados.**

Parâmetro Analisado	Método Analítico
Coliformes Totais	Substrato Cromogênico
Escherichia Coli	Substrato Cromogênico



## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na tabela 3, estão dispostos os valores médios dos parâmetros Turbidez, Cor Aparente, pH, Cloro Residual Livre e Dureza total, onde os dois primeiros sofreram elevação nos resultados mesmo após o tratamento, no entanto, estes continuam abaixo dos valores máximos permitidos pela legislação vigente. O pH não sofreu mudança significativa.

O aumento nos teores de Cor Aparente e Turbidez, deve-se a reação após o abrandamento em que esta, formou cristais que não ficaram completamente retidos nas etapas de decantação e filtração. Já era esperado tal resultado devido à falta de um tanque para decantação, onde foi aproveitado o reservatório elevado para a função de decantador.

**Tabela 3: Média dos valores apresentados nas análises em cada ponto de coleta.**

<b>Parâmetro Analisado</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>
Turbidez (uT)	0,38	0,81
pH ( - )	7,50	7,57
Cor Aparente (uH)	2,50	10,0
Dureza Total (mg/L)	653,29	462,68
Cloro Residual (mg/L)	ND	2,0

Na figura 3, pôde-se observar que o parâmetro dureza sofreu uma notável redução pós processo de tratamento, apontando para uma eficiência de remoção de até 34%. O SISAR realiza coleta mensalmente para acompanhar a qualidade da água distribuída para a população, visando garantir a potabilidade e segurança do consumo para uso humano.

Durante os meses de acompanhamento, observa-se que houve redução e se apresentaram abaixo do valor máximo permitido pela portaria.

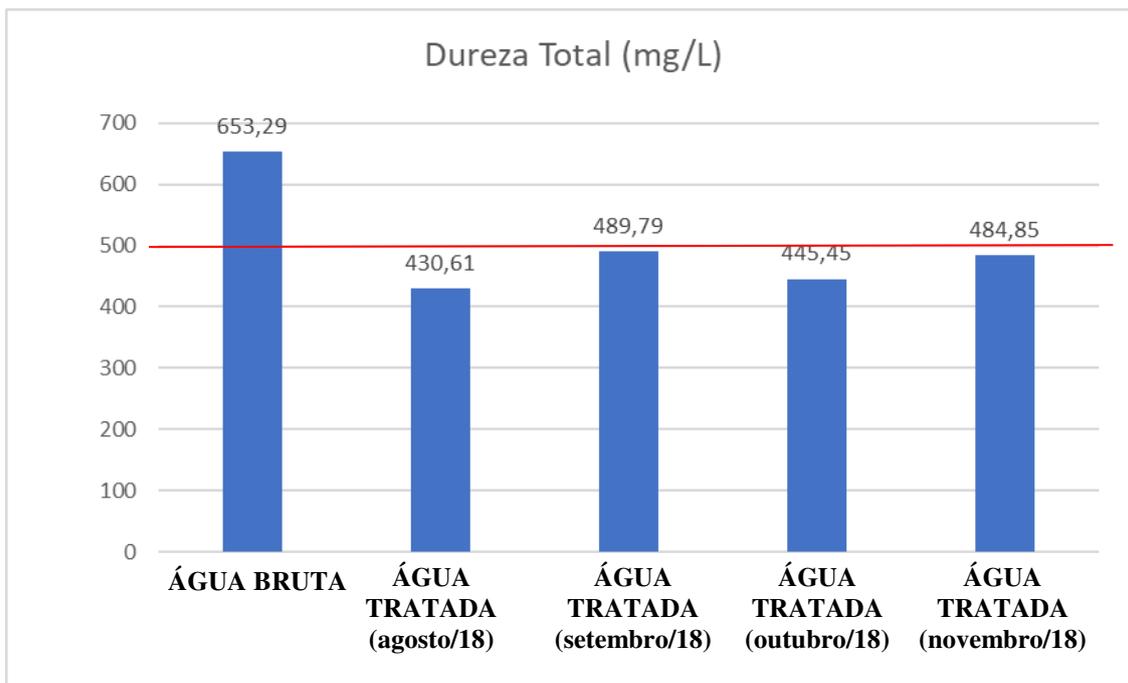


Figura 3: Valores obtidos das concentrações de dureza total após o tratamento.

## CONCLUSÕES

Para garantir a utilização de poços profundos como fonte de abastecimento na localidade adotada, mesmo que esta apresente qualidade de água fora parâmetros permitidos pelo Ministério da Saúde, é necessário considerar tecnologias que sejam eficazes para tratabilidade de seu recurso hídrico, o que viabilizará o consumo deste.

O cristal de aragonita não se adere às paredes internas da tubulação nem das conexões, evitando os problemas que aconteciam anterior ao uso da tecnologia, onde tubos, hidrômetros e instalações hidráulicas sofriam incrustações. Além disso todas as moléculas de bicarbonato no processo eletrolítico sofrem a remoção de dióxido de carbono passando a moléculas de carbonato, o que facilita a sua remoção por decantação em determinadas condições de pH e de filtragem em filtros de acabamento.

Assim sendo, o desenvolvimento do presente trabalho possibilitou explicitar como a utilização da tecnologia Troca Iônica mostrou-se notavelmente eficaz diante da redução dos elevados teores de dureza total presentes nas águas subterrâneas das zonas rurais, em que esta após o tratamento com a aplicação da nova tecnologia se encontra conforme os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX.

A simplicidade da operação da tecnologia é um dos fatores contribuintes para inclusão da mesma em localidades rurais, onde o operador voluntário da associação em conjunto com o modelo de gestão SISAR, mesmo sem muitos conhecimentos técnicos, pode realizar os procedimentos necessários para manter a qualidade de água dentro dos padrões exigidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IBGE. Norte e Nordeste convivem com restrições no acesso a saneamento básico. 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20979-norte-e-nordeste-convivem-com-restricoes-no-acesso-a-saneamento-basico>>. Acesso em: 05 maio 2019.
2. BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX. Ministério da Saúde.



**Encontro Técnico  
AESABESP**  
30º Congresso Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



**FENASAN**  
30ª Feira Nacional  
de Saneamento e  
Meio Ambiente



3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. Washington: APHA, 2005.
4. LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.