

APLICAÇÃO DE ZEÓLITAS PARA REDUÇÃO DA DUREZA TOTAL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS ORIUNDAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Fábia Rafaella Silva Alves (1); Arielly Samara Santos Batista (1); Wedja Marcelino da Silva (2); Denise Domingos da Silva (3)

Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de Biologia e Química, email: fabia_rafaella@hotmail.com ¹; ariellysamara11@hotmail.com ¹; wedjamarcelino@hotmail.com ²; dedomingos@gmail.com ³.

INTRODUÇÃO

Desde muito tempo é notória a vulnerabilidade do semiárido nordestino às secas. As populações que habitam regiões afastadas de rios perenizados e de grandes reservas têm como principais fontes hídricas cisternas e pequenos reservatórios. No entanto, essas fontes são altamente suscetíveis às secas. Quando cerca de seis meses são de baixa pluviosidade e de rios com vazões nulas, a maioria dessas fontes seca. A presença de carros-pipa como fonte de suprimento de águas no segundo semestre tem ocorrido quase todos os anos (CAMPOS, 2014).

Em meio a esse cenário, fontes que vêm sendo intensamente exploradas são as águas subterrâneas, seja para suprimento humano, atividades dos setores agrícola e industrial ou, ainda, atividades recreativas (ZOBY, 2008). Além dos fenômenos ocasionados pelas modificações climáticas, o aumento desse consumo tem se dado em razão da poluição de fontes hídricas superficiais.

É estimado que haja pelo menos 400.000 poços em todo o país (ZOBY; MATOS, 2002). Contudo, tanto quanto o aspecto quantitativo, a qualidade dessas águas é muito importante; o uso desses recursos hídricos para determinados fins depende fundamentalmente da qualidade físico-química, a qual é determinada pelas características das espécies químicas dissolvidas nas águas, refletindo os meios por onde elas percolam, removendo ou dissolvendo constituintes do solo ou das rochas (LIMA et al., 2014).

Segundo Zoby (2008), em terrenos cristalinos do semiárido nordestino, a elevada salinidade das águas subterrâneas está associada com a baixa pluviometria, de forma que os sais transportados pela chuva são acumulados no solo e não são lixiviados. Da mesma forma, a alta evaporação favorece a concentração dos sais. Assim, as águas infiltradas acumulam-se no solo e são enriquecidas em sais.

A dureza total refere-se a um parâmetro físico-químico, o qual indica a concentração total de íons alcalino-terrosos na água, particularmente de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (ABDALLA et al., 2010). De acordo com Brasil (2006), a dureza é expressa em mg/L de equivalente em $CaCO_3$ e pode ser caracterizada em: mole ou branda (< 50 mg/L de $CaCO_3$), moderada (entre 50 e 150 mg/L de $CaCO_3$), dura (entre 150 e 300 mg/L de $CaCO_3$), muito dura (acima de 300 mg/L de $CaCO_3$) e muito alta (acima de 300 mg/L de $CaCO_3$).

Águas de elevada dureza têm necessidade de tratamento, tendo em vista que reduzem a formação de espuma, implicando num maior consumo de sabões e xampus, provocam incrustações nas tubulações de água quente, caldeira e aquecedores, em função da precipitação dos cátions em altas temperaturas (BRASIL, 2006). Além disso, atribui-se efeito laxativo, sabor desagradável e influência na litogênese renal a águas dessa natureza (VON SPERLING, 1996 *apud* ABDALLA et al., 2010; AGRESTE et al., 2001).

Uma alternativa para o tratamento dessas águas é o uso de zeólitas, as quais são aluminossilicatos hidratados formados por estruturas cristalinas tridimensionais de tetraedros de SiO_4 e de AlO_4 , ligados entre si pelos quatro vértices de oxigênio. Nessa configuração, as cargas negativas dos tetraedros de AlO_4 são compensadas por cátions intersticiais (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Ba^{2+}) e formam uma estrutura aberta, com grandes canais, por onde a água e outras moléculas podem se alojar e apresentar considerável liberdade de movimento, permitindo a troca iônica (SHINZATO, 2007).

O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de dureza total e empregar zeólitas como adsorventes em águas subterrâneas provenientes do semiárido paraibano, visando a redução da dureza total.

METODOLOGIA

Amostragem e coleta das amostras

Foram selecionados 3 poços, provenientes de duas cidades do semiárido paraibano: 1 de Cuité e outros 2 de Pedra Lavrada, dos quais 1 é proveniente de dessalinizador. Os pontos de coleta foram identificados com as letras A, B e C, para o poço de Cuité, o poço de Pedra Lavrada (sem dessalinizador) e o dessalinizador, respectivamente. As amostras foram coletadas, considerando todos os cuidados durante o procedimento de forma a evitar possíveis contaminações e erros nas análises futuras. As águas foram armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade de 1,5 L, previamente higienizadas, lavadas com a água em estudo, preenchidas e, posteriormente, mantidas em refrigeração.

Após a coleta *in loco*, foram realizados os experimentos no Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental, no Centro de Educação e Saúde, da Universidade Federal de Campina Grande - Campus Cuité. As determinações da variável foram realizadas seguindo a metodologia do Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999). Foram utilizados os valores médios das análises em triplicata.

Determinação da Dureza Total

Através do método de volumetria de complexação foi realizada a medida de dureza, utilizando como indicador negro de eriocromo e o agente titulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético). Para os cálculos de EDTA utilizou-se a equação 1.2.

1.2

$$\text{Dureza Total (mg.L}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Volume de EDTA (mL)} \cdot 1000 \cdot F_c}{\text{Volume da amostra (mL)}}$$

Volume da amostra (mL)

Processo de adsorção com Zeólitas

A execução dos ensaios de adsorção utilizando as zeólitas foram executados em batelada, submetendo a amostra aquosa e 0,100 g do adsorvente à constante agitação com 200 rpm em uma mesa agitadora, durante uma hora. Transcorrido o tempo, as suspensões foram filtradas e o líquido foi reservado para análise.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os valores de dureza total obtidos para os pontos estudados:

Tabela 1: Valores médios de dureza total obtidos para as amostras de água analisadas

Poços Analisados	Valores médios de dureza total ($mg.L^{-1} CaCO_3$)/S
A	494 ± 0,89
B	1241 ± 1,53
C	746 ± 0,13

Fonte: Dados da pesquisa.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo permitido de 500 mg/L para dureza em águas. Os valores obtidos variaram de 494 a 1241 mg/L de $CaCO_3$. O ponto A apresentou concordância com o padrão estabelecido, diferentemente dos pontos B e C, os quais foram classificados com o padrão de dureza “muito alta”.

Em outras cidades do semiárido paraibano, obteve-se padrões de dureza da mesma natureza da encontrada nos pontos B e C. Os estudos de Dantas et al. (2015) mostraram que o valor obtido para este parâmetro em um poço artesiano do município de Baraúna foi de 642 mg/L de $CaCO_3$, caracterizando a água, como muito dura. Silva et al. (2016), obtiveram resultados entre 840 e 2714 mg/L de $CaCO_3$, para amostras de 4 poços do município de Sossego, sendo estas classificadas, também, como muito duras e fora dos padrões estabelecidos.

Tendo em vista os resultados discordantes obtidos para os pontos B e C, as amostras desses poços foram submetidas ao tratamento com as zeólitas. As amostras do ponto A também foram submetidas para verificar a eficiência do adsorvente frente a diferentes concentrações de íons cálcio e magnésio. Após a adsorção, verificou-se uma diminuição de 494 para 158 mg/L de $CaCO_3$ (32%), de 1241 para 926 mg/L de $CaCO_3$ (75%) e de 746 para 457 mg/L de $CaCO_3$ (61%) para os pontos A, B e C, respectivamente.

Foi observado que, dos pontos que haviam apresentado desacordo com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, o ponto C enquadrou-se nos padrões de potabilidade. Foi visto, ainda, uma relação diretamente

(83) 3322.3222

contato@aguanosemiarido.com.br

www.aguanosemiarido.com.br



proporcional entre o grau de dureza obtido para as amostras e a eficiência de adsorção das zeólitas, de forma que as amostras com maior concentração de íons cálcio e magnésio apresentaram maior porcentagem de adsorção.

CONCLUSÃO

Com a caracterização da dureza total, as águas do município de Pedra Lavrada-PB mostraram-se em desacordo com o padrão de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde. Porém as amostras oriundas do município de Cuité, mostraram-se de acordo com o estabelecido, não indicando restrição ao uso.

Os testes de adsorção com zeólitas à concentração constante, aplicadas às matrizes com diferentes concentrações de dureza, mostraram-se efetivos, uma vez que houve uma diminuição significativa da dureza total de todas as amostras, tendo maior adsorção àquelas que apresentaram maior dureza. Dos poços que se encontraram fora dos padrões de potabilidade, após a adsorção, o poço C enquadrou-se no intervalo estabelecido, indicando que as zeólitas apresentam-se como uma alternativa efetiva no tratamento de águas dessa natureza.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, K. P. et al. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16, 2010, São Luiz. **Anais...** São Luiz: ABAS, 2010.

AGRESTE, S. A. et al. Atualização em nefrologia clínica: papel da constituição físico-química da água potável na litogênese renal. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**. São Paulo, v.23, n.1, p.8-45, 2001.

APHA. **Standard Methods of Examination of Water and Wastewater**, 20th Edition. American Public Health Association. 1999. ASA-BRASIL. **Articulação do Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>. Acesso em 11 de junho de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde., p.1-212 (Série B. Textos Básicos de Saúde), 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914/2011, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: SVS, 2011.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.28, n.82, 2014.

DANTAS, A. M. et al. Determinação da dureza de águas coletadas em reservatórios no município de Baraúna-PB: Açude e Poço Artesiano. **Blucher Chemistry Proceedings**. Cuité, v.3, n.1, p.1-8, 2015.

LIMA, J. O. G. et al. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Rev. Virtual Quim.** v.6, n.2, p.279-292, 2014.

SILVA, A. C. P. et al. Redução da dureza total em águas utilizando adsorvente natural proveniente da semente de acerola. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1, 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize, Brasil. 2016

SHINZATO, M. C. Remoção de metais pesados em solução por zeólitas naturais: revisão crítica. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo, v.28, n.2, p.65-78, 2007.

ZOBY, J. L. G.; MATOS, B. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.

ZOBY, J. L. G. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15, 2008, Natal. **Anais...** Natal: ABAS, 2008.