

UTILIZAÇÃO DE ARGILA PARA A PURIFICAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PROVENIENTES DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Francisco Patrício de Andrade Júnior ¹; Ana Carolina Paiva da Silva ²; Denise Domingos da Silva ³

¹ Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: juniorfarmacia.ufcg@outlook.com

² Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: carolpaiva31@hotmail.com

³ Universidade Federal de Campina Grande, e-mail: dedomingos@ufcg.edu.br

1. Introdução

O desenvolvimento industrial, a criação de novas tecnologias, o aumento das populações e novas necessidades advindas do desenvolvimento massivo ocasionou em um aumento da contaminação dos nossos recursos hídricos, principalmente das águas superficiais que por estarem mais expostas, tendem a ser mais vulneráveis que as subterrâneas, sendo estas normalmente de boa qualidade (ANDRADE JÚNIOR; SILVA; SILVA, 2016; SILVA, 2012).

Mesmo as águas subterrâneas estando mais protegidas que as águas superficiais, é importante que haja a constatação da qualidade destas águas, principalmente para as populações situadas no semiárido nordestino que muitas vezes optam pelo consumo de águas de poços sem saber de fato se as mesmas estão apropriadas ao consumo.

A caracterização e purificação das águas subterrâneas é de extrema importância, uma vez que estima-se que haja cerca de 416 mil poços no país, com um aumento anual de 10,8 mil novas captações, atendendo a 30-40 % da população (BICUDO; TUNDISI; SCHEUENSTUHL, 2010).

O presente estudo selecionou um Município do semiárido paraibano para o estudo de águas de poços, denominado de Sossego e localiza-se no Curimataú Paraibano, a 240 km da Capital do Estado, possui uma área de 300 km² e uma hidrografia formada por rios temporários com cheias somente no período do inverno, sendo castigado constantemente por secas prolongadas e abastecido por carros-pipa (IBGE, 2010), o que leva a população a utilizar águas subterrâneas para o consumo primário. Desta forma há uma necessidade de analisar a qualidade destas águas e implementar métodos de purificação para os poços que se apresentem fora dos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde.

Entre os métodos de separação encontra-se a cromatografia, que de modo geral, se caracteriza por ser um método físico-químico para separação de misturas de compostos com base na distribuição dos componentes entre duas fases, uma das quais é estacionária (absorvente) e a outra é móvel, fluindo ao longo de uma camada da fase estacionária. Na cromatografia em coluna, de uma maneira geral, a coluna cromatográfica é constituída por um tubo de vidro, em posição vertical; a extremidade superior é aberta e a inferior é afilada terminando numa torneira, que permitirá o controle da vazão da fase móvel (COLLINS;

BRAGA; BONATO, 2006) em que temos a crescente utilização de argilas como adsorvente para a purificação de águas.

As argilas estão sendo motivo de pesquisas inovadoras voltadas para o tratamento de águas, devido características únicas que estas possuem. Os argilominerais têm se mostrado materiais promissores, pois apresentam elevada área superficial e alguns apresentam moderada carga parcial negativa em sua estrutura, o que facilita a adsorção de compostos polares (SANTOS, 2014). Além disso, a possibilidade de modificação química das argilas permite o desenvolvimento do seu uso para diversos tipos de aplicações tecnológicas, fazendo com que este recurso seja mais valorizado (TEXEIRA-NETO; TEXEIRA-NETO, 2009).

O presente estudo teve como objetivo verificar propriedades físico-químicas de águas de alguns poços utilizados pela população do município de Sossego e a partir destes resultados, desenvolver métodos de purificação a partir da metodologia de cromatografia em coluna utilizando argilas como adsorventes.

2. Metodologia

Coleta das amostras

Foram selecionados 4 poços da zona rural da cidade de Sossego-PB, todos possuindo aproximadamente 40 metros de profundidade, sendo que em cada um dos poços foram coletadas três amostras, *in loco*, e em seguida armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) e mantidas sobre refrigeração em todo o período das análises no Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental do Centro de Educação e Saúde CES/ UFCG.

pH

Na determinação das medidas do potencial hidrogeniônico presentes nas amostras, foi utilizado um peagâmetro pH 21 – Hanna, que anteriormente as medições foi necessária uma prévia calibração.

Turbidez

Os valores referentes à turbidez das amostras foram determinados por meio de um turbidímetro modelo TB1000, em que o mesmo foi previamente calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU.

Condutividade

A condutividade foi determinada utilizando um condutivímetro mCA-150/Mca-150P sendo este previamente calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl) $146,9 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,5\%$, com uma temperatura padronizada de 25°C .

Alcalidade total

No parâmetro de alcalinidade foi utilizada a técnica clássica de volumetria de neutralização, usando como titulante o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e como substância indicadora o alaranjado de metila.

Dureza total

Através da técnica de volumetria de complexação foi realizada a medida de dureza, tendo o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) como titulante e o negro de ericromio T como

indicador, já para determinação do teor de cloreto a técnica da volumetria de precipitação foi utilizada, através do método de Mohr.

Coluna cromatográfica

No preparo da coluna cromatográfica pesou-se 15,00 g adsorvente (argila vermelha). Após a pesagem, a massa foi adicionada em um béquer de 200 mL, sendo lavada com água destilada 20 vezes até que a água permanecesse límpida. Em seguida, o adsorvente foi introduzido à coluna cromatográfica (bureta graduada de 25 mL) ficando superposto a uma pequena parte de lá de vidro, e o processo de deposição foi realizado com o auxílio de um bastão de vidro.

3. Resultados e Discussão

De acordo com Lima e Garcia (2008) o pH é um parâmetro que deve ser sempre avaliado, pois pode interferir no processo de coagulação-precipitação química durante o tratamento da água, na corrosão de tubulações e equipamentos, no crescimento microbiano dos sistemas biológicos de tratamento, na toxidez de certos compostos e nos constituintes da alcalinidade e acidez da água.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde determina que a água usada para o consumo humano, deve possuir faixas de pH de 6,0 a 9,5. A partir dos experimentos feitos em triplicata, encontrou-se o valor médio de pH para todos os poços (tabela 1), sendo possível perceber que todos os poços estão dentro dos padrões de normalidade para o quesito pH encontrando-se como menor e maior valores de pH: 7,21 (poço 2) e 7,96 (poço 3), respectivamente.

A FUNASA (2006) apresenta que a medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados no tratamento de efluentes. Além disso, os padrões normais da alcalinidade são também importantes para a agricultura, como observado por Egreja Filho, Maia e Moraes (1999) que afirmam que a alcalinidade excessiva das águas destinadas à irrigação pode criar uma série de inconvenientes, que vão desde o entupimento dos emissores, pela precipitação de carbonatos, até a redução da disponibilidade dos micronutrientes para as culturas.

Segundo a FUNASA (2014) a maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO_3 , estando portanto, todos os poços estudados dentro da normalidade, em que os valores de alcalinidade total variaram entre 306,00 mg.L^{-1} (poço 2) a 350,00 mg.L^{-1} (poço 3).

De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde para água subterrânea com desinfecção, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 NTU. A partir de tais parâmetros é perceptível observar que todos os poços se apresentam adequados ao consumo humano, uma vez que todas as amostras analisadas estão abaixo de 5 NTU.

Nas águas naturais, a presença da turbidez provoca a redução de intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo d'água, influenciando decisivamente nas características do ecossistema presente. Quando sedimentadas, estas partículas formam bancos de lodo onde a digestão anaeróbia leva à formação de gases metano e carbônico, principalmente, além de nitrogênio gasoso e do gás sulfídrico, que é malcheiroso (MARQUES et al., 2007).

Tabela 1. Valores médios de pH, condutividade e alcalinidade total para as amostras de águas subterrâneas.

Poços analisados	Valor médio de pH	Valor médio da condutividade (mS.cm ⁻¹)	Valor médio da alcalinidade total (mg.L ⁻¹)
Poço 1	7,30 ± 0,016	6,37 ± 0,025	326,66 ± 0,23
Poço 2	7,21 ± 0,016	3,82 ± 0,040	306,00 ± 0,20
Poço 3	7,96 ± 0,050	5,03 ± 0,095	350,00 ± 0,10
Poço 4	7,60 ± 0,010	5,25 ± 0,078	344,66 ± 0,25

Fonte: Dados da pesquisa.

Em águas para o consumo humano, a concentração de cloretos está diretamente associada à alteração de gosto e, portanto, à aceitação para consumo. Além de conferir gosto salino às águas, teores elevados de cloretos podem interferir na coagulação durante o tratamento da água e como também aumentar o poder de corrosão da mesma (HELLER; PÁDUA, 2006; MACÊDO, 2007).

De acordo com os padrões de potabilidade, os cloretos presentes na água, podem chegar a até 250 mg.L⁻¹, estando assim, todas as águas estudadas compatíveis com este parâmetro (tabela 2).

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (FUNASA, 2014). O Ministério da Saúde não apresenta nenhuma portaria que indique quais os valores permitidos no parâmetro condutividade elétrica, para o consumo humano.

A dureza da água é expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio (CaCO₃) e pode ser classificada em mole ou branda: < 50 mg/L de CaCO₃; dureza moderada: entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO₃; dura: entre 150 mg/L e 300 mg/L de CaCO₃; e muito dura: >300 mg/L de CaCO₃ (FUNASA, 2014).

Todos os poços estudados apresentam águas muito duras e de acordo com Silva (2015) as águas subterrâneas, sobretudo por causa do processo de lixiviação da água no solo são geralmente mais duras do que as águas superficiais.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, estabelece para o parâmetro de dureza total o teor máximo de até 500 mg/L em termos de CaCO₃ para a água potável, com base neste parâmetro nenhum dos poços mostrou-se adequado ao consumo humano (tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de turbidez, cloretos e dureza total.

Poços analisados	Turbidez (NTU)	Cloretos (mg.L ⁻¹)	Dureza Total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)
Poço 1	0,056 ± 0,019	2,15 ± 0,26	4278,16 ± 0,17
Poço 2	0,250 ± 0,020	1,17 ± 0,00	2514,26 ± 0,50
Poço 3	0,530 ± 0,010	1,66 ± 0,32	1934,34 ± 0,40
Poço 4	0,250 ± 0,015	1,69 ± 0,11	2037,83 ± 0,36

Fonte: Dados da pesquisa.

Levando em consideração os valores em desacordo aos padrões de potabilidade encontrados na dureza total, foi selecionado o poço que apresentou maior dureza (poço 1) e com este foi realizado o tratamento utilizando argila vermelha como adsorvente. Antes do tratamento a dureza total era de 4278,16 mg.L⁻¹ e logo após o tratamento com a argila vermelha, observou-se uma acentuada diminuição, apresentando dureza total de 2334,09 mg.L⁻¹, cerca de 46,77% de diminuição. Resultados diferentes foram encontrados por Zadinelo (2014) que utilizou a argila esmectita para o tratamento de efluentes sintético e aquícolas em que ocasionou no aumento da dureza das amostras. Estes diferentes resultados retratam que as atividades das argilas irão depender principalmente das suas características próprias, ou seja, depende diretamente dos argilominerais que estão presentes em sua composição o que lhes permite uma grande quantidade de aplicações ainda mais quando leva-se em consideração as modificações superficiais que podem ser feitas para potencializar suas atividades.

4. Conclusões

Ao analisar os 4 poços foi observado que todos apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde para todos os parâmetros analisados, com exceção do parâmetro dureza total, em que todos os poços se mostraram em desconformidade, necessitando de tratamento.

Ao realizar o tratamento das águas com a argila vermelha por meio da metodologia de Cromatografia em coluna, observou-se que o adsorvente se mostrou promissor, uma vez que permitiu uma diminuição considerável da dureza total de um dos poços que apresentou maior teor de dureza. Características específicas do referido adsorvente poderão ser aprofundadas para permitir um maior conhecimento das características e potencialidades deste adsorvente, além da sua aplicabilidade para abrandamento de águas de poços subterrâneos.

5. Referências

ANDRADE JÚNIOR, F. P.; SILVA, A. C. P.; SILVA, D. D. Aplicações de argilas como adsorvente em prol dos recursos hídricos: uma revisão. Revista de Educação, Ciência e Saúde, v.3, n.1, jan./jun. 2016. Disponível em: <http://periodicos.ces.ufcg.edu.br/index.php/99cienciaeducacaosaude25/article/view/64/pdf_26> Acesso em: 13 set. 2016.

BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

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.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. Fundamentos de Cromatografia. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

EGREJA FILHO, F. B.; MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Método computacional para correção da alcalinidade de águas para fertirrigação. Revista Brasileira de Ciência de Solo, Viçosa, v.23, n.2, 1999. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180218287025>>. Acesso em: 14 set. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual prático de análise de água. Brasília: FUNASA, 2006.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de controle de qualidade da água para técnicos que trabalham em etas. Brasília: FUNASA, 2014.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Histórico: Sossêgo Paraíba – PB. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=3985>>. Acesso em: 08 out. 2016.

LIMA, W. S.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. Scientia Plena, v.4, n.12, 2008. Disponível: < <http://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/650/314> >. Acesso em: 08 out. 2016.

MARQUES, M. N.; COTRIM, M. B.; PIRES, M. A. F.; BELTRAME FILHO, O. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Química Nova, São Paulo, SP, v.30, n.5, sept./oct. 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000500023 >. Acesso em: 14 set. 2016.

SANTOS, K. Desenvolvimento e avaliação de sistemas de extração de compostos carbonilados em amostras de óleo mineral contaminado com PCBs. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2014.

SILVA, F. V. Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por atividade cemiterial na cidade de Maceió. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, 2012.

SILVA, L. P. Hidrologia: engenharia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

TEXEIRA-NETO, E.; TEXEIRA-NETO, A. A. Modificação Química de Argilas: Desafios Científicos e Tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado. Química Nova, v.12, n.3, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a23v32n3.pdf> >. Acesso em: 07 out. 2016.

ZADINELO, I. V. Eficiência de argilas esmectitas na adsorção da amônia de efluentes sintéticos e aquícolas e, sua aplicação sob a influência de diferentes temperaturas durante o cultivo do jundiá (*Rhamdia quelen*). Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Paraná. Palotina, PR, 2014.