

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE UM POÇO TUBULAR NO INTERIOR DO RN

ANDRIELE BARROS BARBOSA¹; ANDREZA THAISY SOUZA DA COSTA²; GERBESON CARLOS BATISTA DANTAS³; HENRIQUETA MONALISA FARIAS*⁴; MARCUS VINÍCIUS SOUSA RODRIGUES⁵

¹Graduanda em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, andriellebarbosa02@gmail.com;

²Graduanda em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, andrezathaisy@hotmail.com;

³Graduando em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, gerbeson_dantas@hotmail.com;

⁴Graduanda em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, UFCG, Sumé-PB, monalisa_miller@hotmail.com;

⁵Dr. em Engenharia Civil, Prof. do DENGE, UFERSA, Angicos-RN, marcus@ufersa.edu.br.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018–Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade físico-química quadrimestral de águas de um poço tubular localizados na zona rural do município de Santana do Seridó/RN, avaliando sua utilização para consumo humano, sob égide da Portaria de Potabilidade n°2914 do Ministério da Saúde, bem como da Resolução CONAMA 396/2008. Para isso, foram determinados 15 parâmetros: pH, condutividade elétrica, temperatura na fonte, bicarbonato (HCO_3^-), cloreto (Cl^-), dureza total (CaCO_3), dureza (Ca^{2+} e Mg^{2+}), alcalinidade, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e ferro. A metodologia de análise foi o Manual do Standard Methods. Com base nas análises, as águas sob análise expressaram discordâncias em relação à Portaria de potabilidade n°2914 e a Resolução CONAMA 396/2008. Às águas apresentaram teores elevados de compostos nitrogenados, ferro e sólidos dissolvidos totais. Somando-se a isso, as águas foram classificadas como muito duras em todas as amostras coletadas, apresentaram condutividade extremamente elevada, superior a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e baixo teor de oxigênio dissolvido. Por fim, este trabalho conclui que, a partir dos resultados dos parâmetros físico-químicos, as águas brutas deste poço estão inapropriadas ao consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de águas subterrâneas, parâmetros físico-químicos, consumo humano.

EVALUATION OF QUALITY OF THE GROUNDWATERS OF A TUBULAR WELL IN THE INTERIOR THE RN

ABSTRACT: This work aims to analyze physical and chemical quality for four months of water from a tubular well located in the rural area of the city of Santana do Serido/RN, evaluating its use for human consumption, viewpoint of the ordinance potable n ° 2914 of the Ministry of Health and of CONAMA Resolution 396/2008. For this, 15 parameters were determined: pH, electrical conductivity, source temperature, bicarbonate (HCO_3^-), chloride (Cl^-), Total Hardness (CaCO_3), hardness (Ca^{2+} and Mg^{2+}), alkalinity, dissolved total solids, dissolved oxygen, ammoniacal nitrogen, nitrite (NO_2^-), nitrate (NO_3^-) and iron. The methodology of analysis was the Standard Methods Manual. Based on the analyzes, the analyzed waters expressed disagreements regarding the potable ordinance No. 2914 and CONAMA Resolution 396/2008. The waters presented high levels of nitrogen compounds, iron and total dissolved solids. In addition, the waters were classified as very hard in all samples collected, had extremely high conductivity, higher than $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ and low dissolved oxygen content. Finally, this work concludes that, based on the results of the physico-chemical parameters, the raw water of this well is inappropriate for human consumption.

KEYWORDS: Quality of groundwater, physical-chemical parameters, human consumption.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável à sobrevivência humana, devido sua aplicabilidade nas mais variadas atividades de ação humana. Apesar de ser encontrada em abundância em relação ao aspecto quantitativo, destaca-se que há restrições para o seu uso em função dos aspectos qualitativos e distribuição assimétrica nas diversas regiões do planeta e, mais especificamente, no Brasil (Pádua & Ferreira, 2006).

Um das saídas encontradas para abastecimento das regiões semiáridas brasileiras são os mananciais subterrâneos. Segundo Zoby (2008), as águas subterrâneas podem ser subsuperficiais ou profundas e, em função dessa versatilidade, vêm sendo utilizadas para variados fins, tais como o consumo humano, consumo animal, irrigação, indústria e lazer.

Entretanto, tem-se observado um forte processo de contaminação dos mananciais subterrâneos em função das atividades antrópicas de agrotóxicos, lançamento de efluentes industriais e domésticos, uso de tubulações com elevado nível de corrosão, combinada com os processos de erosão, desmatamento das zonas de recarga, lixiviação de contaminantes.

Somando-se aos fatores antrópicos, existem os fatores naturais como a formação rochosa e os desníveis de cota que potencializam a contaminação proveniente das atividades humanas. Segundo Hansen et al. (2010), os fatores antrópicos, geológicos e naturais terminam por limitar os usos das águas oriundas dos mananciais subterrânea, fato este potencializado pela ausência de tratamento.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização físico-química quadrimestral das águas de um poço tubular, localizados na zona rural do município de Santana do Seridó/RN, analisando a viabilidade de sua utilização para consumo humano baseado na Portaria de potabilidade n° 2914/2011 e também com a Resolução CONAMA n° 396/2008.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está centrada em um poço localizado na zona rural do município de Santana do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte. As coletas foram realizadas em seis etapas: a primeira no dia 11 de maio (primeira coleta), a segunda, no dia 12 de junho (segunda coleta), a terceira 11 de julho e a quarta, no dia 11 de agosto (quarta coleta). O período de análise deu-se ano de 2017.

Para a coleta das amostras, foram utilizados frascos de polipropileno com capacidade para 500 mL e 1000 mL, frascos de DBO com capacidade de 300 mL e frasco de vidro tipo âmbar com capacidade de aproximadamente 170 mL, esterilizados, devidamente identificados e previamente ambientados com água do local, com o objetivo de minimizar possíveis interferências. As amostras, com exceção de oxigênio dissolvido (OD), foram acondicionadas em caixas térmicas e mantidas sob refrigeração até chegarem ao laboratório e início das análises experimentais.

Para caracterizar como amostras os seguintes parâmetros foram testados: pH, condutividade elétrica, temperatura na fonte, bicarbonato (HCO_3^-), cloreto (Cl^-), nitrato (NO_3^-), dureza total (CaCO_3), dureza (Ca^{2+}), dureza (Mg^{2+}), alcalinidade, sólidos dissolvidos totais (SDT), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio amoniacal, nitrito (NO_2^-) e ferro. As técnicas utilizadas na coleta das amostras e determinação atributos físicos e químicos são descritos na Norma Manual de Métodos (APHA, 2005) e por outros trabalhos publicados na literatura (Pacheco et al., 2016; Dantas et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físico-químicos das amostras de água, bem como os padrões da Portaria de potabilidade 2914/2011 e da Resolução CONAMA 396/2008 estão apresentados na Tabela 1. (BRASIL, 2008; BRASIL, 2011).

A condutividade apresentada da coleta está elevada. A amostra apresentou $1360,00 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na primeira coleta, aumentando para $1599,10 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na quarta coleta, o que indica uma alta concentração de sais dissolvidos na água. Os padrões de potabilidade da água definido tanto pela Portaria n° 2914/2011, quanto pela Resolução CONAMA 396/2008, não definem valores adequados de condutividade. Entretanto segundo Mendes & Oliveira (2004) e CETESB (2017), teores de condutividade superiores a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ não estão adequados ao consumo humano, em razão de apresentar um sabor não palatável. Ainda conforme os autores, estes altos valores são explicados pelo excesso de mineração existente na água.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos das amostras de água

Parâmetros	Amostras				VPM	
	Primeira Coleta	Segunda Coleta	Terceira Coleta	Quarta Coleta	Portaria n°2914	CONAMA n°396
Condutividade (µS/cm)	1360,00	1450,00	1592,00	1599,10	-	-
pH	8,02	7,24	7,40	8,92	6-9,5	-
Temperatura (°C)	25	21	21	21	22	-
Cloreto (mg/L)	258,70	209,10	257,09	264,90	250	250
Dureza Total (mg/L)	302,50	355,00	387,50	389,50	500	-
Dureza Ca ²⁺ (mg /L)	147,50	150,00	187,50	187,00	-	-
Dureza Mg ²⁺ (mg /L)	155,00	205,00	200,00	202,50	-	-
Alcalinidade (mg/L)	984,00	1096,00	924,00	912,00	500	-
Bicarbonatos (mg/L)	984,00	1096,00	924,00	912,00	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	821,00	872,00	931,00	968,00	1000	1000
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	2,00	1,93	1,83	1,71	-	-
Nitrogênio Amoniacal (mg /L)	0,00	0,00	0,79	1,51	1,5	-
Nitrato (mg /L)	14,97	10,37	11,50	11,59	10	10
Nitrito (mg /L)	1,11	1,47	1,71	1,82	1	1
Ferro (mg /L)	0,42	0,43	0,61	0,59	0,30	0,3

Em relação ao pH, o mesmo é classificado como alcalino e variou dentro do intervalo 7 e 9, permanecendo, portanto, dentro dos limites aceitáveis para o consumo humano segundo as portarias n°2914/2011 e a n°396/2008. Segundo Esteves (1998), águas com pH neste intervalo são explicadas pela reduzida quantidade de matéria orgânica a ser decomposta, uma vez que para decomposição destas, muitos ácidos resultantes são produzidos.

A temperatura é um elemento que tem influência em quase todos os processos biológicos, nas reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água, bem como em processos como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais, por esta razão é importante que a temperatura esteja dentro dos limites das portarias (Mendonça, 2016). Nas amostras analisadas, a temperatura das amostras coletadas foi de 21 °C, com exceção da primeira coleta que apresentou 25 °C. A pequena variação de temperatura, da primeira para a segunda coleta pode ser explicada pelo tempo do dia da coleta, uma vez que a temperatura do dia esteve situada próxima a casa dos 40 °C. Entretanto, Zimbres (2014) alerta que as águas subterrâneas apresentam pequenas variações térmicas devido não serem influenciadas fracamente pelas mudanças de temperatura atmosférica, logo, sugerindo uma possível contaminação recente.

Quanto à presença de cloreto, as amostras apresentaram valores entre 209,10 mg.L⁻¹ e 264,90 mg.L⁻¹. Segundo Pohling (2009), as principais razões de se ter um teor elevado de cloro é a influência geológica, contaminação proveniente de efluentes, como também a utilização de pesticidas nas plantações, em razão destes serem compostos por elementos clorados, sendo estes disseminados para o lençol freático. À luz disso, tanto a Portaria n° 2914, como a Resolução CONAMA 396/2008 estabelecem a concentração máxima de cloretos em 250 mg.L⁻¹. A provável contaminação de efluentes no poço estudado é bastante alta, em razão do poço está localizado próximo a zonas das fossas negras das residências dos moradores, bem como está numa cota inferior às residências, favorecendo o

escoamento dos efluentes para as regiões de recarga do manancial. Segundo Amaral et al. (2003), os efluentes domésticos são abundantes em coliformes fecais do tipo *Escherichia Coli* e de ureia.

Em relação à dureza, as amostras apresentaram valores situados entre 302,5 mg.L⁻¹ a 389,50 mg.L⁻¹. A dureza na água para consumo humano está associada à presença de cátions, designadamente, os íons cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) (Richter, 2009). Ainda de acordo com o autor, a água pode ser classificada: em mole (<50 mg/L), moderadamente dura (50-150 mg/L); dura (150-300 mg/L) e muito dura (> 300 mg/L). Desse modo, as amostras apresentaram características de águas muito duras, o que, para Xue et al. (2014), causa problemas nas diversas atividades humanas. Apesar disso, as concentrações estejam dentro do valor permitido máximo da Portaria n°2914.

A alcalinidade é a medida total das substâncias presentes na água e capazes de neutralizarem ácidos. As amostras de água, objetos deste estudo, apresentaram alcalinidade devido à presença dos bicarbonatos. Os valores obtidos superiores a 912 mg.L⁻¹ caracterizam as águas imprópria para o consumo humano, de acordo com a Portaria. Essa elevada alcalinidade pode estar relacionada com a contaminação de efluentes (Pohling, 2009).

Quanto ao OD, observou-se uma baixa concentração do mesmo nas amostras de água (<2 mgO₂.L⁻¹), reduzindo entre o período das análises. Alguns fatores como a temperatura e pressão podem volatilizar ou solubilizar o oxigênio dissolvido na água, além de que, as águas subterrâneas, em geral, apresentam baixo teor de OD, devido ao baixo contato com o ambiente externo. No entanto, também pode-se relacionar a quantidade baixa de oxigênio dissolvido pela elevada demanda de oxigênio consumido pelos micro-organismos para oxidar a matéria orgânica, sugerindo uma possível contaminação deste corpo aquático. Apesar disso, as portarias não estabelecem valores permitidos máximos para este parâmetro.

Quanto aos SDTs, nenhuma das amostras analisadas ultrapassou o valor máximo de 1000 mg L¹ estabelecido pelos documentos legais trazidos neste trabalho. O SDT representa todos os sólidos, na forma de íons dispersos na água, assim sendo, a presença de SDT modifica propriedades organolépticas da água, que pode apresentar-se salobra ou salina (Morais & Araújo, 2015). Este resultado corrobora com os resultados da condutividade, uma vez o aumento dos sólidos dissolvidos, implicou em um aumento na condutividade, fato este observado na segunda coleta. Este comportamento é esperado, pois quanto maior a quantidade de sólidos presentes, maior a presença de íons e, por conseguinte, maior a condutividade (Dantas et al., 2018).

Em relação ao teor de ferro, os padrões de potabilidade exigem que a água de abastecimento humano não ultrapasse 0,3 mg.L⁻¹ de ferro. Esse teor de ferro é de considerável importância, pois pequenas quantidades afetam seriamente a utilidade da água para a realização de algumas atividades antrópicas. O ferro contido na água pode causar mancha nas instalações sanitárias e nas roupas lavadas, incrustações nos filtros de poço e obstrução nas canalizações, além de que a contaminação por ferro na forma metálica é bastante preocupante (Carvalho, 2004). Como o teor de ferro determinado nas amostras é superior ao do padrão de potabilidade da água, portanto é inadequada ao uso humano.

Os compostos nitrogenados (nitritos, nitratos e nitrogênio amoniacal) são importantes para controlar e determinar o estado e a qualidade da água. Nesse sentido, segundo a Portaria n°2914 e Resolução 396, os teores permitidos máximos para nitritos, nitratos são respectivamente: 1 mg.L⁻¹ e 10 mg.L⁻¹. Logo, os dois parâmetros encontram-se fora do padrão de potabilidade, sendo, na primeira amostra, o teor de nitrato mais elevado. A quantidade elevada de nitrato em ambas as amostras, combinado com a contaminação gradual de nitrogênio amoniacal observada nas últimas duas análises, sugere que há contaminação constante das águas por efluentes, uma vez que o nitrato é um importante indicador de contaminação recente da água (Pacheco et al., 2016). Esta conclusão é importante, uma vez que os compostos nitrogenados estão associados a dois problemas desfavoráveis a saúde: a produção potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas e metemoglobinemia, particularmente em crianças. Portanto, as águas brutas não estão próprias para o consumo humano.

CONCLUSÃO

Portanto, a partir dos resultados experimentais obtidos das amostras de água no período de estudo e dos valores permitidos máximos estabelecidos pela Portaria de Potabilidade n° 2914 e da Resolução CONAMA 396/2008, as águas brutas não estão apropriadas ao consumo humano. Logo,

duas saídas para seu uso são recomendáveis: análise de seu uso para outras finalidades ou ainda, realização de tratamento para adequação dos parâmetros aos requisitos de potabilidade.

REFERÊNCIAS

- Amaral, L.A.; Nader Filho, A.; Rossi Junior, O.D.; Ferreira, F.L.A.; Barros L.S.S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, v.37, n.4, p.510-514, 2003.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater*. USA: Washington, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Potabilidade nº 2914, 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. *Diário Oficial da União, Brasília/DF*, 14 de dezembro de 2011. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf. Acesso em: 2 de maio de 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008.
- Carvalho, A.R. Processo de complexação do ferro em águas subterrâneas – Uma proposta de mudança da Portaria 36 do Ministério da Saúde. *Revista Águas Subterrâneas: São Paulo*, p.1-18, 2004. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC00000000141254.PDF>. Acesso em: 25 jan. 2018.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Águas subterrâneas–Importâncias*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/93-import%C3%A2ncia-das-%C3%A1guas-subterr%C3%A2neas>. Acesso: dezembro de 2017.
- Dantas, G.C.B.; Farias, H.M.; Oliveira, C.R.S.; Silveira, A.M.D.; Barros, S.V.A. Physico-chemical quality of waters of tubular wells located in the interior of the State of Rio Grande do Norte. *Águas Subterrâneas*, v.32, n.1, p.91-96, 2018.
- Esteves, F. *Fundamentos de limnologia*. 1ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 601 p.
- Hansen, M. A. F.; Lima, J. P. R.; Fries, M.; Moreira, C. A. Importância da geofísica no estudo das águas subterrâneas. In: COSTA, A.B (Org). *Água & Saúde*. 1.ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010.
- Mendes, B.; Oliveira, J.F.S. *Qualidade da água para consumo humano*. Portugal: Lidel, 2004. 617p.
- Mendonça, A.M. *Confiabilidade dos Parâmetros Monitorados em Águas por Sonda Multiparâmetros*. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.
- Morais, R.C.S.; Araújo, I.R.G. Análise espacial da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em águas subterrâneas da Região Norte do Piauí. *Revista Equador*, v. 4, n. 4, p.67-80, 2015.
- Pacheco, G.; Costa, A.B.; Silveira, E.O.; Deprá, B.; Lobo, E.A. Calibração de um índice de qualidade de águas subterrâneas (IQNAS) para a região do Vale do Rio Pardo, RS, Brasil: nova ferramenta tecnológica para o monitoramento ambiental. *Águas Subterrâneas*, v.30, n.3, p.440-454, 2016.
- Pádua, V.L.; Ferreira, A.C.S. *Qualidade da água para consumo humano*. In: Heller, L.; Pádua, V.L. (Org.). *Abastecimento de água para consumo humano*. 8 ed. Belo Horizonte: UFMG, v.1, 2006. 342 p.
- Pohling, R. *Reações químicas na análise de água*. Fortaleza: Arte Visual, 2009.
- Richter, C. A. *Água: métodos e tecnologia de tratamento*. 1ed . São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 352 p.
- Xue, Z.T.; Li, Z.L.; Ma, J.H.; Bai, X.; Kang, Y.H.; Hao, W.M.; Li, R.F. Effective removal of Mg²⁺ and Ca²⁺ ions by mesoporous LTA zeolite. *Desalination*, v.341, p. 10-18, 2014.
- Zimbres, E. *Guia avançado sobre água subterrânea*. Meio Ambiente Pró BR. Disponível em: <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>. Acesso em: dezembro de 2017.
- Zoby, J. L. G. *Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. *Revista Águas Subterrâneas, Suplemento*, 2008.