

## **ACOMPANHAMENTO SEMESTRAL DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS LOCALIZADOS NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE PARELHAS/RN**

JOSÉ CARLOS GOMES DE ALMEIDA<sup>1</sup>; GERBESON CARLOS BATISTA DANTAS<sup>2</sup>; HENRIQUETA MONALISA FARIAS\*<sup>3</sup>; MARCUS VINÍCIUS SOUSA RODRIGUES<sup>4</sup>; SÂMEA VALENSCA ALVES BARROS<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, josecarloss\_gomes@hotmail.com;

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, gerbeson\_dantas@hotmail.com;

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, UFCG, Sumé-PB, monalisa\_miller@hotmail.com;

<sup>4</sup>Dr. em Engenharia Civil, Prof. do DENGE, UFERSA, Angicos-RN, marcus@ufersa.edu.br

<sup>5</sup>Dra. em Ciência e Engenharia dos Materiais, Profa. do DENGE, UFERSA, Angicos-RN, samea.valensca@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:** O presente trabalho tem como objetivo realizar o acompanhamento semestral da qualidade da água subterrânea de um poço tubular situado em uma comunidade rural no município de Parelhas/RN e, posteriormente, analisar a viabilidade de utilização da água bruta para consumo humano sob a ótica da Portaria de Potabilidade n° 2914/2011. Para isso, foram determinados 15 parâmetros: pH, condutividade elétrica, temperatura na fonte, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), dureza total ( $\text{CaCO}_3$ ), dureza ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), alcalinidade, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e ferro. A metodologia de análise foi o Manual do Standard Methods. De acordo com as análises, as águas apresentaram discordâncias dos valores permitidos máximos estabelecidos pela Portaria n° 2914. Os valores de nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e ferro foram superiores aos valores estabelecidos pela referida portaria. Além disso, as águas foram classificadas como duras e apresentaram baixo teor de oxigênio dissolvido. Por fim, conclui-se que estas águas brutas estão impróprias para consumo humano, sendo necessário aplicar soluções de tratamento para ajuste dos parâmetros alterados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas subterrâneas, comunidade rural, portaria de potabilidade, qualidade físico-química.

### **MONITORING THE QUALITY OF GROUNDWATER LOCATED IN THE RURAL AREA OF THE MUNICIPALITY OF PARELHAS/RN**

**ABSTRACT:** The present work has the objective of conducting a semiannual monitoring of the groundwater quality of a tubular well located in a rural community in the municipality of Parelhas/RN, and, then, analyzing the feasibility of using gross water for human consumption from the viewpoint of Ordinance Potable n° 2914/2011. For this, 15 parameters were determined: pH, electrical conductivity, source temperature, bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ), chloride ( $\text{Cl}^-$ ), Total Hardness ( $\text{CaCO}_3$ ), hardness ( $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$ ), alkalinity, dissolved total solids, dissolved oxygen, ammoniacal nitrogen, nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) and iron. The methodology of analysis was the Standard Methods Manual. According to the analyzes, the waters presented disagreements with the maximum permitted values established by Ordinance n° 2914. The values of nitrite, nitrate, ammoniacal nitrogen and iron were higher than the values established by said ordinance. In addition, the waters were classified as hard and had low dissolved oxygen content. Finally, it is concluded that these raw waters are unfit for human consumption, and it is necessary to apply treatment solutions to reduce the altered parameters.

**KEYWORDS:** Groundwater, rural area, potable ordinance, physico-chemical quality.

### **INTRODUÇÃO**

A água é um recurso natural indispensável ao ser humano, permitindo a manutenção da vida no planeta Terra. Por essa razão, a água está associada às diversas atividades antrópicas, tendo como

principais usos múltiplos a dessedentação humana, higiene e limpeza, irrigação das plantações, agropecuária, geração de energia dentre outras inúmeras aplicações (Pádua & Ferreira, 2006).

Entretanto, com a densificação dos conglomerados urbanos, atividade industrial e produção cada vez maior de alimentos e animais, aliado aos hábitos sanitários adequados, cresceu também a necessidade por água em quantidade e qualidade adequada e, por conseguinte, acentuando as disputas de poder por este recurso natural. Somando-se a isso, outro problema envolvido é a distribuição assimétrica da água no mundo e, mais especificamente, no Brasil.

O Brasil é um país privilegiado no que concerne à quantidade de água que corta seu território. No entanto, observam-se regiões mais afortunadas que outras, tanto por razões naturais, como por ausência de mecanismos públicos que mitiguem e/ou corrijam tal assimetria. A Região Nordeste é uma das regiões mais castigadas por isso e, sobretudo, os municípios do interior nordestino. Esta região possui um clima semiárido, caracterizado por seca prolongada, temperatura elevada e período chuvoso irregular (Moura et al., 2016).

Recentemente, foram lançadas iniciativas federais no sentido de mitigar esse problema, tais como, o programa do um milhão de cisternas (P1MC). Outra iniciativa frequentemente utilizada é o aproveitamento dos lençóis subterrâneos, por meio da perfuração de poços subsuperficiais ou profundos. Essa iniciativa é antiga, mas vem sendo empregada até os dias atuais.

O problema é que os poços não recebem devido acompanhamento seja da qualidade das águas, seja da destinação adequada ou ainda, do tratamento adequado que deve ser empregado nas águas brutas dos poços perfurados, problema potencializado nas comunidades rurais (Dantas et al., 2018).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar o acompanhamento semestral da qualidade da água subterrânea de um poço tubular situado em uma comunidade rural no município de Parelhas/RN e, posteriormente, analisar a viabilidade de utilização da água bruta para consumo humano sob a ótica da Portaria de Potabilidade n° 2914/2011.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo está centrada em um poço localizado na zona rural do município de Parelhas, Estado do Rio Grande do Norte. Foram realizadas seis coletas: a primeira no dia 11 de outubro (primeira coleta), a segunda no dia 11 de novembro (segunda coleta), a terceira em 12 de dezembro (terceira coleta) de 2016. A quarta no dia 11 janeiro (quarta coleta), a quinta, no dia 09 fevereiro (quinta coleta) e a última no dia 09 de março (sexta coleta), ocorreram no 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 as análises de alcalinidade, dureza (total, magnésio e cálcio) e cloreto foram usados métodos titulométricos. A determinação da alcalinidade foi realizada por meio do método de titulometria ou volumetria de neutralização. Já a determinação da dureza foi utilizada o método de titulometriacomplexométrica baseado no uso do ácido etileno-diamino-tetraacético (EDTA).

Quanto à determinação do pH, foi utilizado método eletrométrico por pHmetro de bancada. Para a análise de sólidos totais dissolvidos (STD), utilizou-se o método de pesagens em estufa. Em campo foram obtidos os valores de temperaturas utilizando termômetro de mercúrio e também foi realizada a fixação de oxigênio dissolvido, por meio do método iodométrico (método de Winkler). A condutividade foi medida por meio de um condutivímetro digital portátil. Os ensaios para nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e ferro decorreram conforme especificado pelo o Manual do Standard Methods (APHA, 2005).

Os ensaios físico-químicos das amostras foram feitos em triplicata e o resultado final foi apresentado pela média aritmética destas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta os parâmetros físico-químicos das análises realizadas no poço objeto de estudo do referido trabalho e os valores permitidos máximos (VPM) estabelecidos pela Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos das amostras nas seis coletas

Parâmetros	Amostras						
	Primeira Coleta	Segunda Coleta	Terceira Coleta	Quarta Coleta	Quinta Coleta	Sexta Coleta	VPM
Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	640,00	601,00	592,00	599,10	605,00	593,00	-
pH	8,60	8,00	7,40	8,92	7,40	7,50	6-9,5
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	29,00	21,00	21,00	22,00	29,00	21,00	22
Cloreto ( $\text{mg}/\text{L}$ )	63,18	52,00	57,09	64,90	65,10	60,60	250
Dureza Total ( $\text{mg}/\text{L}$ )	194,50	190,00	187,50	189,50	188,50	187,10	500
Dureza $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	107,50	100,00	87,50	87,00	90,50	100,10	-
Dureza $\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	87,00	90,00	100,00	102,50	98,00	87,00	-
Alcalinidade ( $\text{mg}/\text{L}$ )	526,00	526,00	524,00	512,00	502,00	463,00	500
Bicarbonatos ( $\text{mg}/\text{L}$ )	526,00	526,00	524,00	512,00	462,00	463,00	-
Sólidos Totais Dissolvidos ( $\text{mg}/\text{L}$ )	496,00	474,00	431,00	468,00	498,00	479,00	1000
Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg O}_2/\text{L}$ )	1,30	1,35	1,33	2,1	2,22	2,25	-
Nitrogênio Amoniacal ( $\text{mg}/\text{L}$ )	0,62	0,65	0,79	1,51	1,45	1,39	1,5
Nitrato ( $\text{mg}/\text{L}$ )	15,30	14,12	11,50	11,59	15,10	12,9	10
Nitrito ( $\text{mg}/\text{L}$ )	1,39	1,57	1,71	1,82	1,71	1,72	1
Ferro ( $\text{mg}/\text{L}$ )	0,41	0,59	0,61	0,59	0,56	0,57	0,3

O pH indica a acidez ou a basicidade da água. Valores acima ou abaixo do recomendado do pH podem provocar problemas de saúde no corpo humano, como por exemplo, o surgimento de coceira ou ainda a irritabilidade dos olhos quando os mesmos entram em contato com a água (Sperling, 2007; Moura et al., 2016). Além disso, a ingestão de água com pH ácido está frequentemente associado a potenciais problemas do sistema gastrointestinal. Entretanto, ao confrontar os valores de pH das amostras de água coletadas do poço sob análise, com os valores de referência pela portaria de potabilidade n° 2914/2011, observa-se que os atributos estão dentro do intervalo considerado adequado ao corpo humano (BRASIL, 2011).

No corpo humano, a temperatura atua de forma importante com relação aos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas, e ainda, afeta a solubilidade dos gases dissolvidos e de sais minerais na água (Daneluz & Tessaro, 2015). No que se refere ao que foi observado pela análise feita, percebe-se uma variação de até  $8^{\circ}\text{C}$  entre as coletas, onde na primeira detectou-se  $29^{\circ}\text{C}$  e, posteriormente,  $21^{\circ}\text{C}$ , se mantendo constante até a quinta coleta ( $29^{\circ}\text{C}$ ) e retornando para  $21^{\circ}\text{C}$ . Essa variação pode ser explicada por diversos fatores como, por exemplo, pela hora do dia em que foram realizadas as coletas, bem como o período do ano em que as mesmas ocorreram, uma vez que as águas subterrâneas mostram uma baixa variação térmica, por não sofrerem influência da temperatura atmosférica. Outra explicação plausível é a probabilidade de efluentes domésticos, principalmente urina, ter contaminado estas águas. Não obstante, as amostras que apresentaram maiores temperaturas, foram aquelas que apresentaram maiores concentrações de nitrato ( $>15\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Os fatores que contribuem para contaminação das águas são: ausência de fossa séptica nas residências; a formação geológica, uma vez que o poço está situado numa cota mais baixa que os níveis das casas e a ausência de proteção das regiões adjacentes ao poço (Zimbres, 2014; Pacheco et al., 2016; BRASIL, 2011).

No que concerne aos cloretos, observou-se que os valores encontrados pela análise do poço encontram-se inferiores aos valores permitidos máximos. Este comportamento é esperado devido às características principais observadas nas áreas de recarga do manancial subterrâneo. Segundo

Pedrotti et al.(2014), as principais causas da salinidade em águas subterrâneas na região semiárida brasileira é a presença de sais, como por exemplo, o cloreto, oriundo do uso indiscriminado de fertilizantes ea realização da cloração das águas inobservando os limites recomendados pelo Ministério da Saúde. Assim sendo, nas regiões próximas as áreas de recarga não foram observados usos de fertilizantes, nem tampouco, cloração para desinfecção das águas, justificando o teor razoável de cloretos nas águas.

No que se refere à dureza total, os resultados variaram dentro do intervalo 167,10 mg.L<sup>-1</sup> a 174,50 mg.L<sup>-1</sup>. De acordo com Richter (2009), as águas são classificadas em pouco dura (<50 mg.L<sup>-1</sup>), moderadamente duro (50-150 mg.L<sup>-1</sup>); dura (150-300 mg.L<sup>-1</sup>) e muito dura (> 300 mg.L<sup>-1</sup>). Nesse sentido, de acordo com a classificação de Richter (2009), essas águas podem ser classificadas como duras. A importância da classificação se dá por que a dureza está intimamente ligada com a incapacidade de obtenção de espuma por meio da reação entre água e sabão, incrustação de materiais sólidos nas tubulações e, especialmente no corpo humano, uma vez que, além de conferir gosto a água, sua ingestão tem sido relacionada a problemas renais (Sperling, 1996; Santos & Mohr, 2013). Apesar disso, segundo a égide da portaria, as águas sob análise estão apropriadas, tanto para ingestão, como para uso nas atividades humanas.

Em relação à alcalinidade, este parâmetro indica o potencial da água neutralizar um ácido. A mesma é oriunda da presença de bases fortes, fracas e de sais de ácidos fracos. Hidróxidos, carbonatos, além de bicarbonatos são os causadores da alcalinidade (Santos & Mohr, 2013). Os resultados obtidos pela análise realizada evidenciam que os valores de alcalinidade são resultantes da presença dos bicarbonatos e estão superiores aos estabelecidos pelos padrões de potabilidade, com exceção da última coleta. As amostras apresentaram baixos teores de OD, entretanto, nas últimas três coletas, houve aumento significativo deste teor, provavelmente explicado pela recarga do manancial.

O valor padrão de comparação do teor de sólidos dissolvidos é de 1000 mg.L<sup>-1</sup>, no mesmo passo em que as águas analisadas apresentaram valores inferiores a isto, atendendo, portanto, ao valor permitido máximo estabelecido pela portaria 2914/2011. Em acréscimo, os resultados de sólidos totais dissolvidos corroboraram com os valores de condutividade. Observou-se que, à medida que o teor de sólidos totais dissolvidos foi reduzido, o valor de condutividade também reduziu, fato este observado em todas as coletas, o que, segundo Sperling (2007) é um comportamento esperado, uma vez que, quanto maior o teor de sólidos, maior a quantidade de íons presentes na água e, portanto, maior a condutividade.

O nitrato e o nitrito são contaminantes que atuam no lençol freático de forma a deslocar-se verticalmente para os corpos hídricos subterrâneos. Estes contaminantes são oriundos tanto do uso de fertilizantes, como também estão presentes nos efluentes domésticos e industriais (Bouchard et al., 1992). A ingestão de água contaminada por nitrato leva a ocorrência de danos à saúde, como a indução à metahemoglobinemia, principalmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (Menezes et al., 2013; Barbieri et al., 2014, Pacheco et al., 2016). O valor encontrado do mesmo ficou acima do valor padrão definido pela Portaria 2914/2011, fazendo com que estas águas estejam impróprias para o consumo humano. Os teores elevados de nitratos, combinados com os teores de nitrogênio amoniacal permitem inferir que as águas sofrem um processo de contaminação contínuo, potencializado pela lixiviação dos contaminantes ocasionados no período chuvoso (janeiro-março).

O ferro é uma substância frequentemente encontrada em águas subterrâneas devido ao processo de infiltração das águas pelos interstícios rochosos, porém, em concentrações maiores que 0,3 mg.L<sup>-1</sup>, pode incorrer em sabor desagradável a água, aumento da turbidez que, além de causar transtornos aos usuários da água (manchar roupas, utensílios etc), pode favorecer ao desenvolvimento de microorganismos patogênicos (CETESB, 2009; Pacheco et al., 2016). Somando-se a isso, o ferro, na sua forma metálica, é nocivo ao corpo humano (Pádua & Ferreira, 2006). Conforme os valores de ferro encontrado na amostra e os valores padrões previstos na portaria de potabilidade, há excesso de ferro nas amostras, impossibilitando o uso destas águas brutas para consumo.

## CONCLUSÃO

Portanto, de acordo com os valores experimentais das amostras de água no intervalo de estudo e dos valores máximos permitidos pela portaria de potabilidade n°2914/2011, a maioria dos parâmetros de qualidade das águas dissuadiram do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde e,

portanto, estas águas subterrâneas brutas estão inapropriadas ao consumo humano. Os parâmetros que dissuadiram foram nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e ferro acima dos teores admissíveis à saúde humana. Logo, é preciso identificar os pontos de contaminação e então, 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. Com isso, espera-se que essas alternativas sejam objetos de estudo de próximos trabalhos.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater. USA: Washington, 2005.
- Barbieri, E.; Bondioli, A.C.V; Marques, H.; Campolim, M. Concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em áreas de engorda de ostras no município de Cananea-SP. O Mundo da Saúde, v.1, n.38, p.105-115, 2014.
- Bouchard, D. C.; Williams, M. D.; Surampalli, R. Y. Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. Journal of the American Water Works Association, v.84, p.85-90, 1992.
- 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](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf). Acesso em: 2 de maio de 2017.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Disponível em: [cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf](http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf). São Paulo, 2009.
- Daneluz, D.; Tessaro, D. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.82 p. 1-5, 2015.
- 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.
- Menezes, J.P.C.; Bertossi, A.P.A.; Santos, A.R.; Neves, M.A. Qualidade da água subterrânea para consumo humano e uso agrícola no sul do estado do Espírito Santo. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 17, n. 17 p.3318 –3326, 2013.
- Moura, C.C.; Gastmans, D.; Kiang, C.H.; Modesto, R.P.; Rodrigues, P.F.; Ruby, E.C.; Borges, A.V. Concentrações de nitrato nas águas subterrâneas em áreas rurais do município de São José do Rio Preto (SP). Águas Subterrâneas, v.29, n.3, p. 268-284, 2016.
- Pacheco, G.; Costa, A.B.; Silveira, E.O.; Depra, 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.
- Pedrotti, A.; Chagas, R.M.; Ramos, V.C.; Prata, A.P.N.; Lucas, A.A.T.; Santos, P.B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 19, n. 2, p.1308-1324, 2015.
- Richter, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blücher. 2009. 1 ed. 352p.
- Santos, R. S.; Mohr, T. Saúde e qualidade da água: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. Revista Contexto & Saúde, v. 13, n. 24/25, p.46-53, jul. 2013
- Sperling, M. V. Noções de qualidade das águas. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996, 238p.
- Sperling, M.V. Estudos e Metodologia da Qualidade da Água de Rios – Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, UFMG: Belo Horizonte, 2007. 592p.
- Zimbres, E. Guia avançado sobre água subterrânea. Meio Ambiente Pró BR. Disponível em: <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm>, 2014.