

A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE BARAÚNAS/RN

Paula Stein¹, Francisco Emanuel da Silva², Anen Iris Maciel da Silva³, Genildo Luiz Guilhermino de Lima⁴.

Resumo: O presente trabalho contempla uma caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do município de Baraúna/RN, cujo principal objetivo consistiu em verificar se essas águas podem ser destinadas ao consumo humano de acordo com os padrões de potabilidade vigentes, no Brasil. Para tanto, foram utilizadas análises físico-químicas de 42 poços tubulares, captando águas do aquífero Jandaíra, coletadas em setembro 2009. Os resultados obtidos mostraram a ocorrência de águas doces a moderadamente salobras, muito duras e com pH tendendo a neutro. Do conjunto analisado, pouco mais da metade (52,4%) possui alguma restrição para o consumo humano. Essas restrições dizem respeito, principalmente, aos teores de sólidos totais dissolvidos, dureza e cloreto que se encontram a cima dos valores máximos permitidos para as águas destinadas ao consumo humano.

Palavras-chave: Hidroquímica. Potabilidade. Aquífero.

Abstract: This paper is a hydrochemical characterization of groundwater in Baraúna/RN city. The main objective was to verify whether these waters may be intended for human consumption in accordance with the standards of potability. Physical and chemical analyzes of 42 wells in the Jandaíra aquifer were used. The results showed the occurrence of Fresh to Mildly Brackish water, Very Hard and neutral pH. The analyzed group, 52.4% have some restriction for human consumption. These restrictions relate mainly to the levels of total dissolved solids, hardness and chloride which are up to the maximum values permitted for human consumption.

Keywords: Hydrochemical. Potability. Aquifer.

¹ Geóloga (UFRGS, 2000); mestrado (UFRN, 2003) e doutorado (UFPE, 2013) na área de Hidrogeologia. Contato: paula.geologia@yahoo.com.br.

² Estudante de graduação no Curso Superior Tecnológico em Petróleo e Gás. Contato: fran.hemanuel22@gmail.com.

³ Estudante de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas no UNIFACEX. Contato: iris_linha84@hotmail.com.

⁴ Estudante de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas no UNIFACEX. Contato: genildolima2009@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem – anualmente - por problemas relacionados à qualidade da água. O comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento é, geralmente, decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola (REBOUÇAS, 2006).

Nesse contexto, as águas subterrâneas assumem um papel cada vez mais importante no abastecimento de água, dada à contaminação crescente das águas superficiais. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que o percentual atual da população mundial que consome exclusivamente água subterrânea é superior a 50% e que aproximadamente 90 milhões de hectares têm sido irrigados com águas do subsolo. O consumo de água contaminada biologicamente ou quimicamente acarreta em diversos problemas de saúde, os quais são difíceis de serem avaliados e mensurados adequadamente (OPS, 2000).

Quando se utiliza o termo "qualidade da água", é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades para a água.

O presente trabalho se propõe a avaliar a qualidade das águas subterrâneas do município de Baraúna, no intuito de verificar se, para os parâmetros obtidos, essas águas apresentam qualidade adequada para serem destinadas ao consumo humano, de acordo com os padrões de potabilidade vigentes, no Brasil.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Baraúna está localizado no extremo noroeste do estado do Rio Grande do Norte, abrange uma área de 825,80 km², equivalente a 1,56 % da superfície estadual (**Figura 1**).

Baraúna dista aproximadamente 317 km da capital Natal, cujo acesso principal se dá através da BR-304, seguida da RN-015. De acordo com o Censo de 2010, a população de Baraúna totaliza 25.215 habitantes, destes 63% instalados na zona urbana e 37% na zona rural.

A vegetação predominante na região é a Caatinga Hiperxerófila, de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhado. Entre outras espécies, destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique, facheiro e aroeira (IDEMA, 2008).

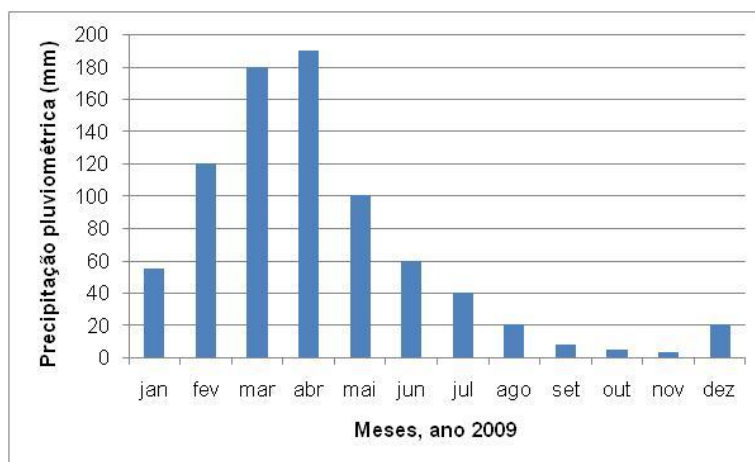
O clima da região é semiárido, com precipitações pluviométricas médias da ordem de 630 mm anuais e temperaturas médias anuais variando entre 21 a 36 °C (IDEMA, 2008). As condições climáticas anuais na região são irregulares e se caracterizam, em média, pela ocorrência de dois períodos: um chuvoso com máximos em março-abril e um período de estiagem com mínimos em outubro-novembro. Para o ano de 2009, época em que foram realizadas as coletas de águas estudadas no presente trabalho, o período chuvoso ocorreu aproximadamente de janeiro a julho e o período de estiagem de agosto a dezembro (**Figura 2**).

Figura 1. Divisão municipal do RN com a localização do município de Baraúna através do polígono vermelho no mapa



Fonte: modificado de IDEMA (2008)

Figura 2. Precipitação pluviométrica mensal no município de Baraúna para o ano de 2009.



Fonte: Dados brutos obtidos da EMPARN (2014).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Água subterrânea é toda aquela água que ocupa os espaços vazios de uma formação geológica em subsuperfície: os chamados aquíferos (Freeze and Cherry, 1979). Na área de estudo, as águas subterrâneas encontram-se armazenadas no Aquífero Jandaíra. Regionalmente, esse aquífero é composto predominantemente por calcários, com poços com profundidade média em torno de 50 m (Mistreta, 1984), águas com dureza superior a 200 mg/L e sólidos totais dissolvidos entre 1.000 a 5.000 mg/L (SERHID, 1998 a e b). O aquífero Jandaíra na região de Baraúna tem sido estudado em diversos trabalhos, entre eles: Melo et al (2007); Fernandes et al (2005); Medeiros et al (2005); Diniz Filho et al (2003); Feitosa (1994).

2.2 LEGISLAÇÃO DE POTABILIDADE

O Ministério da Saúde detém a capacidade para legislar sobre normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano. Atualmente, a legislação brasileira que versa sobre a qualidade da água de consumo é a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que no uso das atribuições “dispõe sobre os

procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

Para fins desta Portaria, água para consumo humano é a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Uma água para ser considerada potável deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido na referida portaria e não oferecer riscos à saúde. Entende-se por padrão de potabilidade o conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido na Portaria nº 2.914.

3 METODOLOGIA

A avaliação da qualidade das águas subterrâneas de Baraúna foi levada a efeito mediante a interpretação de 42 análises físico-químicas de 42 poços tubulares, isto é, uma análise para cada poço, captando águas do aquífero Jandaíra. Os laudos analíticos contendo os resultados físico-químicos foram cedidos pela SEMARH (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos), tratando-se, portanto, de dados secundários, constantes no banco de dados da referida Instituição. As análises datam de setembro de 2009 e da análise da **Figura 2**, pode-se afirmar que essa amostragem é representativa do final do período chuvoso/início do período seco.

Os parâmetros físico-químicos constantes nos laudos foram tabulados em planilhas Excel, visando à obtenção de parâmetros da estatística descritiva (mínimo, máximo e média) e geração de gráficos para melhor visualização dos dados. Os resultados foram posteriormente analisados à luz da legislação que define os padrões de potabilidade das águas.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Os valores mínimos, máximos e médios para os 12 parâmetros estudados estão apresentados na **Tabela 1**, que teve como objetivo facilitar a interpretação global dos dados hidroquímicos.

Tabela 1. Estatística descritiva da composição química das águas subterrâneas avaliadas (n=42).

Parâmetros	Unidade	VMP*	Valor		
			Máximo	Mínimo	Médio
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000	3810,70	551,50	1155,29
pH	adimensional		7,22	6,59	6,81
Cálcio	mg/L Ca ²⁺		264,00	28,00	122,86
Magnésio	mg/L Mg ²⁺		325,60	4,90	59,18
Sódio	mg/L Na ⁺	200	780,80	28,90	124,42
Potássio	mg/L K ⁺		19,20	2,90	5,92
Cloreto	mg/L Cl ⁻	250	1697,10	38,60	274,58
Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	250	175,90	17,50	47,83
Bicarbonato	mg/L HCO ₃ ⁻		699,80	320,70	482,49
Nitrato	mg/L N	10	18,34	0	6,79
Ferro	mg/L Fe	0,3	2,29	0	0,16
Dureza total	mg/L CaCO ₃	500	1630	260	550,71

* VMP: Valor Máximo Permitido pela Portaria n°2914/2011.

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) é a concentração de íons dissolvidos presentes nas águas, sendo um bom parâmetro indicativo da sua salinidade. Na presente análise, foi detectado um valor médio de 1155 mg/L, variando entre 551 e 3811 mg/L. Parte das amostras estavam acima do VMP pelos padrões de potabilidade, que é de 1000 mg/L, sendo classificadas como impróprias para o consumo humano.

De acordo com a classificação apresentada na **Tabela 2**, tem-se desde águas doces a moderadamente salobras no aquífero Jandaíra em Baraúnas.

Tabela 2. Classificação das águas conforme os Sólidos Totais Dissolvidos

Tipo	STD (mg/L)
Doces	< 1000
Ligeiramente Salobras	1000 – 3000
Moderadamente Salobras	3000 – 10000
Salgadas	10000 - 100000
Salmouras	> 100000

Fonte: McNeely et al (1979).

O pH é a medida da concentração de íons H⁺ na água. O balanço dos íons hidrogênio e hidróxido (OH⁻) determinam se a água é ácida ou básica. Nos dados analisados foi obtido um

pH médio de 6,81, com variação entre 6,59 e 7,22. Portanto, com águas pouco ácidas a pouco básicas.

O cálcio é um dos principais constituintes responsáveis pela dureza da água. O valor mínimo obtido no conjunto avaliado foi de 28 mg/L e máximo de 264 mg/L, com valor médio de 122,86 mg/L.

O magnésio é um elemento que apresenta propriedades similares ao cálcio. Nas amostras avaliadas, foi obtido para esse parâmetro um valor máximo de 325,6 mg/L e mínimo de 4,9 mg/L, refletindo uma média de 59,18 mg/L.

O sódio é um elemento químico sempre presente nas águas subterrâneas, devido a sua elevada solubilidade (Hem, 1985). No conjunto analisado, o valor médio obtido para esse parâmetro foi de 124,42 mg/L, representando uma variação entre 28,90 e 780,80 mg/L. Parte dos resultados analíticos encontram-se acima do VMP para águas de consumo humano, que é de 200 mg/L.

O potássio é um elemento químico abundante na crosta terrestre, mas ocorre em pequena quantidade nas águas subterrâneas devido à sua capacidade de retenção nos solos e nos produtos litológicos de alteração secundária (DOMENICO; SCHWARTZ, 1990). O teor mínimo desse elemento encontrado nas águas avaliadas foi de 2,9 mg/L e o máximo foi 19,2 mg/L, com uma média de 5,92 mg/L.

O cloreto é altamente solúvel, portanto, sempre presente nas águas subterrâneas. Nas águas subterrâneas do município de Baraúna, variou de 38,60 a 1697,10 mg/L, com uma média de 274,58 mg/L. A comparação desse conjunto de dados com a legislação de águas destinadas ao consumo humano, aponta que parte dos resultados estão acima do VMP que é de 250 mg/L.

O sulfato, em geral, é relativamente solúvel e a sua presença aliada à abundância de íons de hidrogênio torna a água ácida. No município de Baraúna, o teor de sulfato variou de 17,50 a 175,90 mg/L, com média de 47,83 mg/L. Alguns resultados se mostraram acima do VMP para consumo humano, que é de 250 mg/L.

O bicarbonato presente nas águas subterrâneas é derivado do dióxido de carbono da atmosfera e do solo e de soluções de rochas carbonatadas (DREVER, 1998). As águas dos poços da área de estudo apresentaram valores de bicarbonato variando de 320,7 /L a 669,8 mg/L e uma concentração média de 482,49 mg/L.

O nitrato é muito solúvel e dificilmente precipita, devido a sua alta mobilidade facilmente percola das camadas superiores do solo para água (APPELO; POSTMA, 1996). As águas da área de estudo apresentaram valores de nitrato variando de 0 a 18,34 mg/L N e uma

concentração média de 6,79 mg/L N. Parte das amostras apresentaram valores acima do recomendável para consumo humano, que é de 10 mg/L.

O ferro é um elemento presente em quase todas as águas subterrâneas em teores normalmente baixos. As amostras avaliadas apresentaram valores variando de 0 a 2,29 mg/L e uma média de 0,16 mg/L. Algumas amostras apresentaram concentrações acima do padrão de potabilidade, que é de 0,3 mg/L.

A dureza refere-se à concentração total de íons alcalino-terrosos na água, particularmente de cálcio e magnésio. As amostras apresentaram valores variando de 206 a 1630 mg/L e uma média de 550,71 mg/L. Observa-se que todas as amostras estão classificadas como águas Muito Duras, de acordo com os limites para a classificação da dureza da água apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3. Classificação das águas segundo a dureza (mg/L como CaCO₃)

Tipo	Teor de CaCO ₃
Branda	< 50
Pouco dura	50 a 100
Dura	100 a 200
Muito dura	> 200

Fonte: Custódio e Llamas (1983).

4.2 POTABILIDADE DAS ÁGUAS

Para uma água ser considerada imprópria para o consumo humano, basta possuir um único parâmetro acima do VMP. E nesse caso, é recomendado que ela passe por um tratamento adequado, antes de ser disponibilizada para tal fim.

A **Figura 3** ilustra para cada poço um gráfico contendo a concentração (mg/L) dos parâmetros dureza, ferro, nitrato, sulfato, cloreto, sódio e STD. Os referidos parâmetros foram selecionados por serem, dentre os parâmetros analisados no presente trabalho, os únicos também constantes na Portaria nº 2.914/ 2011, e que, portanto possuem a determinação de Valores Máximos Permitidos (VMP) para as águas de consumo humano. Os referidos VMP constam na **Tabela 1**, apresentados na terceira coluna.

Da análise da referida figura, verifica-se que com maior frequência os parâmetros STD (19 poços), dureza (15 poços) e cloreto (13 poços) apresentaram teores elevados, que extrapolam o VMP de acordo com os padrões de potabilidade. O sódio, nitrato e ferro também

apareceram em 6, 4 e 4 poços, respectivamente, com valores acima do VMP. Nenhum poço apresentou teores de sulfato prejudicial à saúde humana.

Da análise global dos resultados apresentados na **Figura 3**, observa-se que do conjunto de 42 amostras de águas avaliadas (obtidas de 42 poços, isto é, uma para cada poço) apenas 20 unidades (47,6%) possuíram todos os teores abaixo do VMP, sendo, portanto consideradas próprias para o consumo humano. O restante (52,4%, isto é 22 poços) possuiu pelo menos um parâmetro acima do VMP determinado pela legislação.

4.3 PREJUÍZO À SAÚDE HUMANA

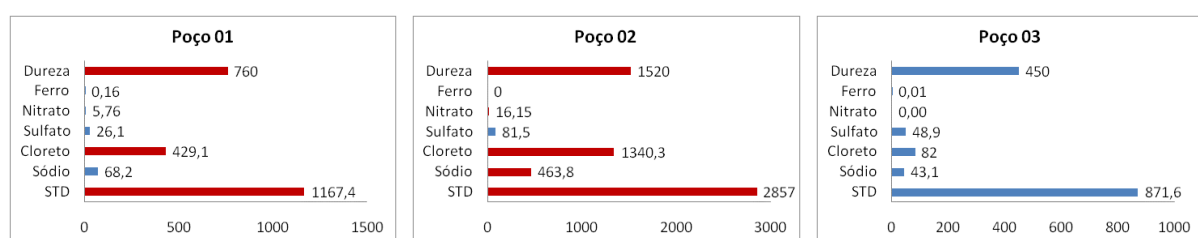
Quantidades excessivas de STD podem tornar a água inadequada ao consumo humano, prejudicando o paladar, e causando efeitos laxativos (CETESB, 2014).

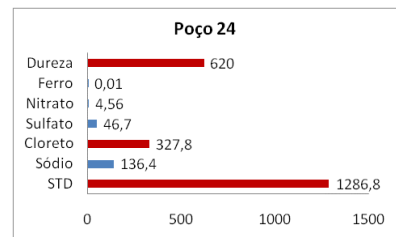
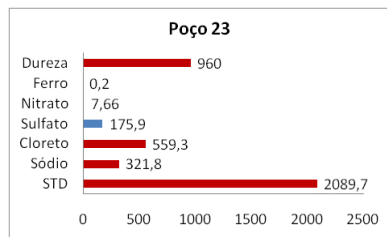
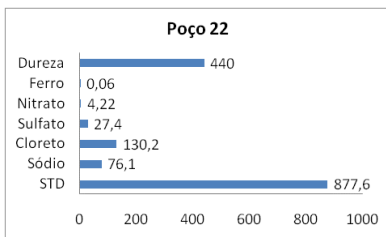
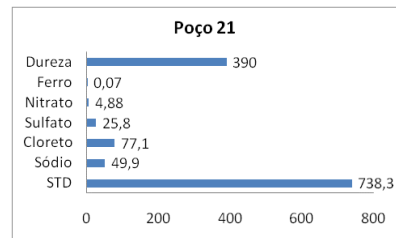
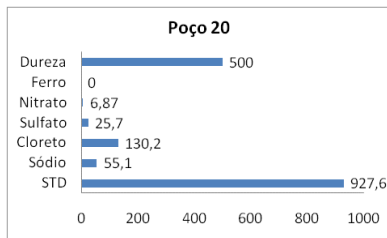
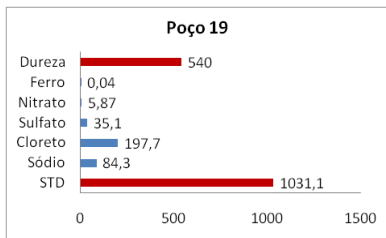
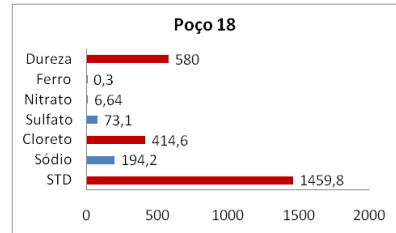
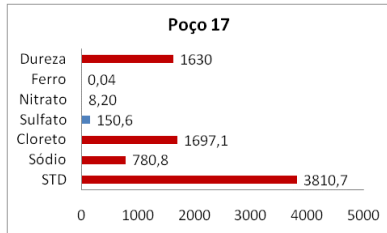
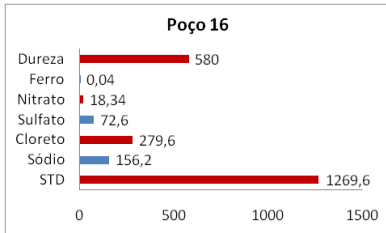
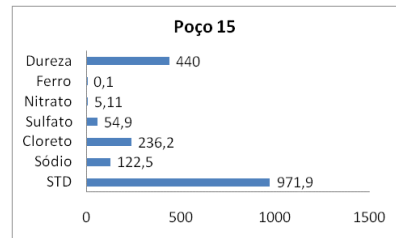
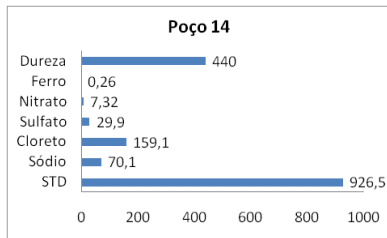
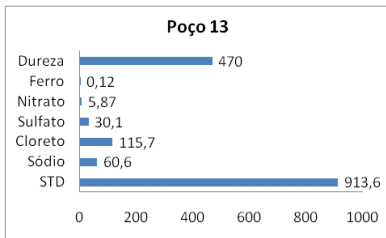
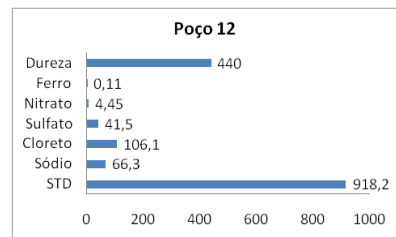
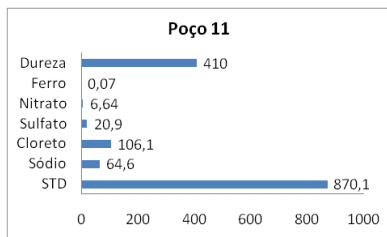
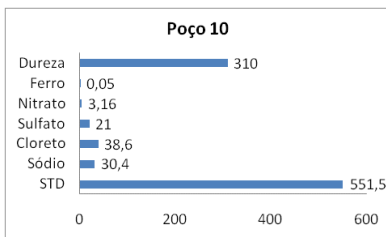
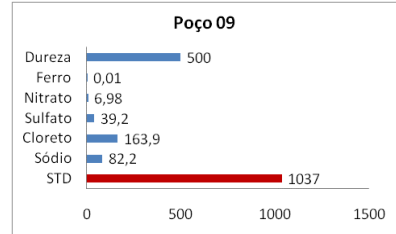
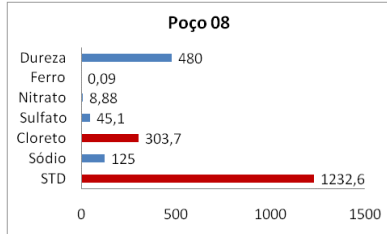
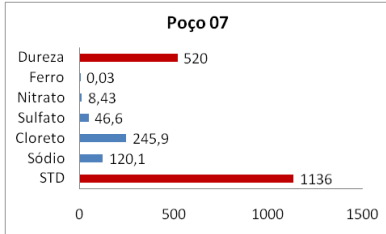
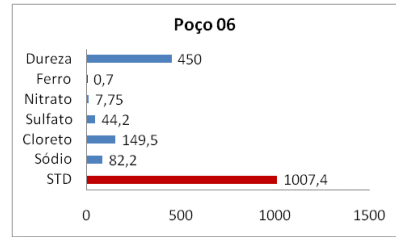
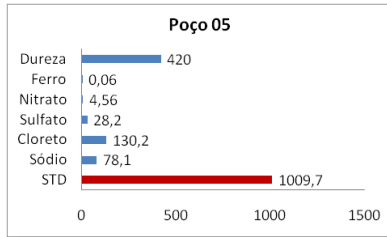
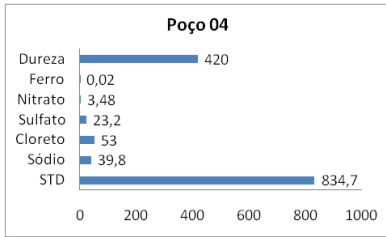
O consumo de águas com dureza elevada pode acarretar numa maior incidência de casos de cálculo renal. A dureza expressa concentrações elevadas de cálcio e magnésio, e, portanto também pode produzir um gosto salobro na água e além de efeitos laxativos temporários (OPS, 2000).

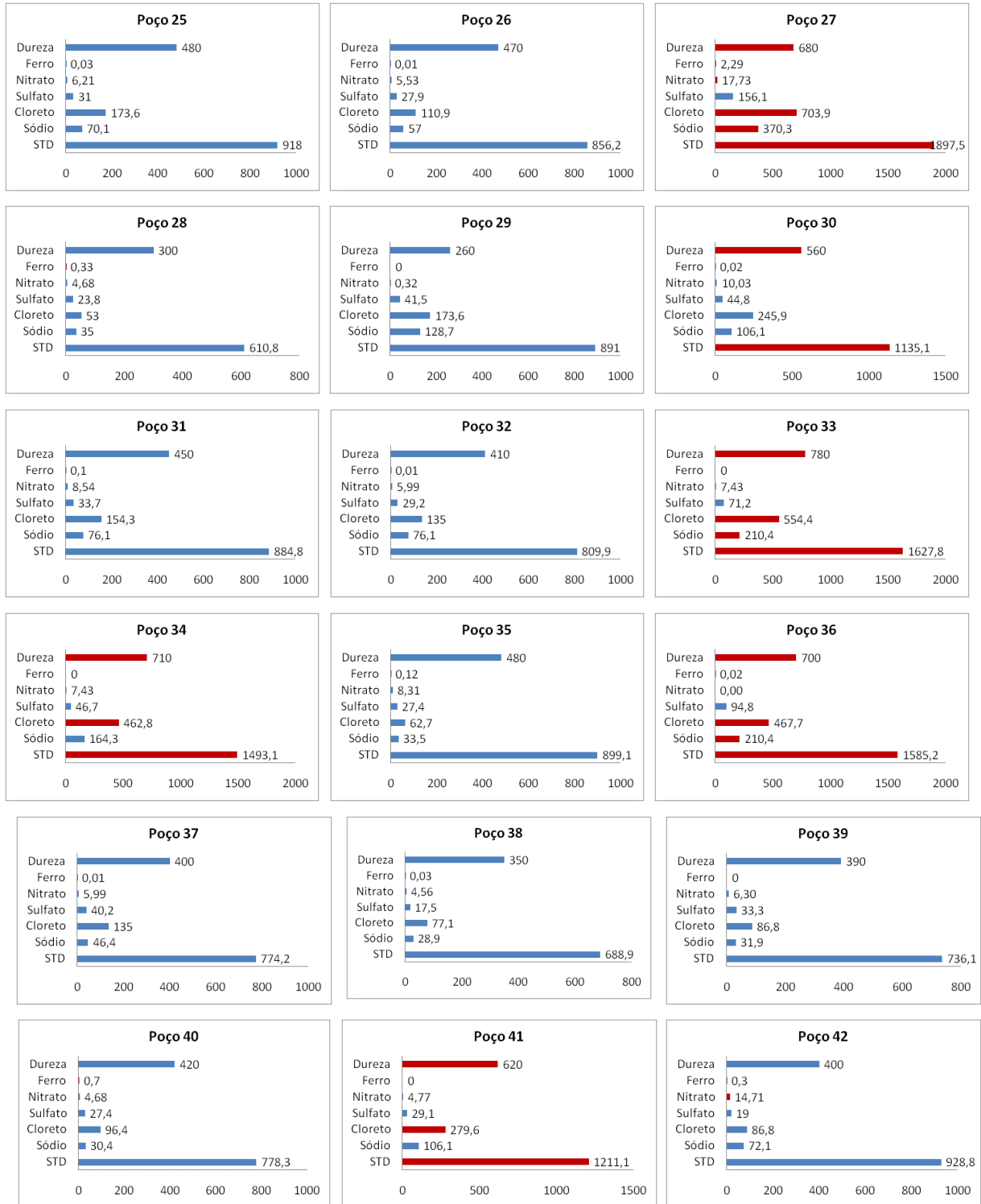
Altas concentrações de cloreto conferem sabor à água e efeitos laxativos em quem está acostumado a consumir água com baixas concentrações desse elemento (BATALHA; PARLATORE, 1993).

O sódio em excesso na água confere um gosto não aceitável (CETESB, 2014), dessa forma, constitui num parâmetro caracterizado por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde humana.

Figura 3. Gráfico por poço contendo a concentração (mg/L) de alguns parâmetros indicativos da qualidade da água de consumo humano, de acordo com a Portaria nº 2.914/ 2011. As barras azuis ilustram que os teores obtidos nas análises e que estão dentro do VMP para o consumo humano. As barras vermelhas ilustram que os teores obtidos nas análises e que superam o VMP para águas de consumo humano, conforme padrão de potabilidade referido na legislação.







O nitrato é altamente tóxico. Estudos realizados na Austrália e Canadá mostraram aumento significativo de malformação congênita associada à ingestão de alta concentração de nitrato, além da incidência de câncer gástrico em adultos (BOUCHARD et al, 1992). O nitrato é responsável por uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (PACKHAM, 1992).

O ferro não é diretamente tóxico, mas traz diversos problemas para o abastecimento público, uma vez que confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento ferro-bactérias na tubulação, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição.

5 CONCLUSÕES

As 42 amostras de águas subterrâneas avaliadas no presente trabalho representam o aquífero Jandaíra, no município de Baraúna/RN. Em relação à salinidade dessas águas, consideradas através do parâmetro STD, são encontradas águas desde Doces até Moderadamente Salobras. O pH evidencia águas tendendo a neutras e todas as amostras avaliadas apresentaram águas Muito Duras.

Do conjunto analisado, pouco mais da metade (52,4%) possuiu alguma restrição para o consumo humano. Essas restrições dizem respeito, principalmente, aos teores de STD, dureza e cloreto que se encontraram acima do VMP pela estabelecido pela Portaria n°2914/2011.

Teores elevados de cloreto e de STD, em geral, são comumente encontrados nas águas subterrâneas de ambientes semiáridos. A dureza elevada, que reflete teor de cálcio e magnésio das águas, é esperada em águas subterrâneas que ocorrem em aquíferos compostos por calcários, tal como é o aquífero Jandaíra avaliado. Nesse contexto, os resultados analíticos encontrados refletem o contexto natural das águas, mas ainda assim com parte delas impróprias para o consumo humano.

Vale destacar, que quatro amostras (poços 2, 16, 27 e 42; **Figura 3**) apresentaram teor de nitrato superior ao VMP determinado na legislação, que é de 10 mg/L N. A origem desse nitrato pode ser o esgoto doméstico sem tratamento adequado e/ou os fertilizantes aplicados no solo, constituindo-se assim num evento de contaminação pontual. Ressalta-se, entretanto, que a localização desses poços não foi cedida, inviabilizando, portanto, a verificação do uso e ocupação do solo no entorno imediato das captações.

6 AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do RN – SEMARH por gentilmente ceder os dados utilizados nesse trabalho. À UNIFACEX, que através do seu programa de seu Programa de Iniciação Científica (PROIC) disponibilizou bolsas para os

pesquisadores envolvidos. Aos revisores desse artigo que contribuíram na discussão dos dados apresentados.

REFERÊNCIAS

APPELO, C. A. J.; POSTMA, D. **Geochemistry, Groundwater and Pollution**. Balkema, Rotterdam, 1996.

ASSIS DA SILVA, R. C.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciênc. saúde coletiva**, São Paulo, v.8, n.4, 2003.

BATALHA, B. L.; PARLATORE, A. C. 1993. **Controle da qualidade da água para consumo humano**: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1993.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAM, S. M. K. Nitrate contamination of groundwater; sources and potential health effects. **Journal of the American Water Works Association**, v.9, p.85-90, 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 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. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/>>. Acesso em: **01/08/2014**

CETESB. 2014. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/>>. Acesso em: **01/08/2014**

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. 1983. **Hidrologia subterranea**. Barcelona: Ômega, 1983. v.2.

DINIZ FILHO, J. B.; FIGUEREDO, E. M. **Diagnóstico preliminar das causas que afetam o rebaixamento de nível potenciométrico do aquífero Jandaíra** – Região de Baraúna, RN. Relatório interno SERHID – Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. (Relatório Técnico). Natal, 2003.

DOMENICO, P. A.; SCHWARTZ, F. W. 1990. **Physical and Chemical Hydrogeology**. New York, U.S.A: John Wiley & Sons, 1990. 824p.

DREVER, J. 1988. **The Geochemistry of Natural Waters**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Meteorologia: monitoramento pluviométrico. acumulado de chuvas Baraúnas**. Disponível em: <<http://www.emparn.rn.gov.br/>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

FEITOSA, E. C. **O aquífero Jandaíra no município de Baraúna/ RN**: atualização dos conhecimentos. Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SERHID) / Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFPE (FADE), Natal, RN, 1994.

FERNANDES, M. A. B. et al. A Origem dos cloretos nas águas subterrâneas na Chapada do Apodi. **Revista Águas Subterrâneas**, Ceará, v.19, n.1, p.25-34, 2005.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater**. New Jersey: Prentice Hall, 1979. 604p.

HEM, J. D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water**. US Geological Survey water-supply, 1985.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município: Baraúna**. 2008. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em: **01/08/2014**

MCNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P.; DWYER, L. **Water quality sourcebook: a guide to water quality parameters**. Ottawa, Canadá. 1979. 89 p.

MEDEIROS, A. B. et al. Aspectos hidrogeoquímicos e de qualidade das águas do aquífero Jandaíra na região de Baraúna, RN. In: **GEOLOGIA do Nordeste**, 21., 2005, Recife. **Simpósio ... Recife**, 2005.

MELO, J. G. et al. Aspectos Hidrogeoquímicos e Classes de Água do Aquífero Cárstico Jandaíra para Irrigação, Baraúna, RN. **Revista águas subterrâneas**, v.21, n.1, p.9-21, 2007.

MISTRETA, G. O. 1984. **Aquífero Jandaíra da Bacia Potiguar**. 1984. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - OPS. La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible. **Publicación Científica**, n. 572. OPS, Washington, D.C., 2000.

PACKHAM, R. F. Public health and regulatory aspects of inorganic nitrogen compounds in drinking water. **Water Supply**, v.10, n.3, p.1-6, 1992.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. 3.ed. s.l.: Escrituras, 2006.

SERHID. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte. Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Caracterização hidrogeológica dos aquíferos do Rio Grande do Norte**. Natal, 1998a.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte. Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Caracterização hidroquímica dos aquíferos do Rio Grande do Norte**. Natal, 1998b.