



Avaliação de água de poços tubulares para consumo humano no Município de Boa Vista, Paraíba

Water quality for human consumption in rural communities in the municipality of Boa Vista, state Paraíba

Débora Samara Cruz Rocha Farias¹, Soahd Arruda Rached Farias², José Dantas Neto³

Resumo: Na Região do Semiárido nordestino a diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais tem levado a população da zona rural a buscar, nos recursos hídricos subterrâneos, a solução de seus problemas de abastecimento, o que tem acarretado um crescimento no número de perfurações de poços tubulares profundos. O trabalho objetivou avaliar a qualidade de águas utilizadas para consumo humano em áreas rurais da região de Boa Vista, Paraíba. As amostras de água foram coletadas em poços tubulares, em dois períodos: 4º trimestre de 2014 e 2º trimestre de 2015. As variáveis avaliadas foram: pH, CE, Ca, Mg, Na, K, HCO_3^- , Cl, alcalinidade e dureza total e SDT. Das águas analisadas 94,55% são consideradas salgadas nas duas amostragens. Em sua maioria os teores de dureza, alcalinidade, cloreto, magnésio, sódio e potássio estão fora do limite estabelecido pela Portaria vigente no país. Com relação ao pH, as amostras se encontram dentro do padrão normal.

Palavras-chave: Dureza total, condutividade elétrica, cloretos.

Abstract: In the semi-arid northeastern region of decreasing availability of surface water resources has led to population from the countryside to look for underground water resources to solve their supply problems, which has led to an increase in the number of deep wells drilling. The study aimed to assess the quality of water used for human consumption in rural areas of the region Boa Vista, Paraíba. Water samples were collected from wells in two periods: 4th quarter 2014 and 2nd quarter of 2015. The variables evaluated were: pH, EC, Ca, Mg, Na, K, HCO_3^- , Cl, alkalinity and total hardness and TDS. 94.55% of the analyzed waters are considered cured in the two sampling. Mostly hardness levels, alkalinity, chloride, magnesium, sodium, potassium are beyond the limit set by current Ordinance in the country. Regarding the pH samples are within the normal pattern.

Key words: Total hardness, electrical conductivity, chlorides.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 12/01/2016; aprovado em 17/11/2016

¹Doutoranda em Engenharia de Irrigação e Drenagem, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB; (83) 98616-7560, E-mail: debisancruz@yahoo.com.br

²Professor Doutor da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB, E-mail: soahd@deag.ufcg.edu.br

³Professora Doutora da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB, E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br



INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são importante forma de abastecimento das populações diante de um cenário de águas superficiais poluídas por esgotos industriais e domésticos e da atual seca enfrentada no Semiárido nordestino, que esvazia os reservatórios pela irregularidade de chuvas e alta evaporação.

No território brasileiro as legislações vigentes que tratam de potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A avaliação da qualidade da água com fins de potabilidade para consumo humano tornou-se uma alternativa significativa para o melhor uso das águas subterrâneas para proporcionar a permanência do homem no campo, evitando o êxodo rural.

O município de Boa Vista, localizado em região da Paraíba com regime de chuvas abaixo de 500 mm por ano (AESAs, 2015), possui grande demanda de perfurações, ora sendo abandonado por não atingir a tolerância para animais, ora é capaz de ser usado como fonte de venda para consumo humano devido à restrição de chuvas nos últimos 04 anos, que assola a região. O município fica à montante de um grande manancial, o açude Epitácio Pessoa, que abastece a grande região de Campina Grande incluindo o próprio município de Boa Vista e uma das preocupações eminentes quanto ao uso de águas subterrâneas, em virtude da crise hídrica, é aumentar a exposição de sais na superfície da Bacia hidrográfica e eleva os teores de sais superficiais, por lixiviação durante as enxurradas; portanto, o trabalho tem influência por ser um banco de dados a ser investigado em outros momentos e possível explicação para a salubridade nas águas superficiais que também já têm teores elevados de sais, inviabilizando muitos mananciais superficiais do local.

Diante da significância do uso da água subterrânea em propriedades rurais, objetivou-se analisar a qualidade da água subterrânea utilizada para fins de consumo humano segundo parâmetros físico-químicos no município de Boa Vista, no Estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve, como campo de investigação, o município de Boa Vista, que contém uma área de 446,30 Km², localizada entre as coordenadas de latitudes sul 7°09'03,7" e 7°22'19,7" e 36°05'25,6" e 36°22'22,8" de longitude oeste. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Bsh', que significa semiárido quente, com precipitação média de 416,6 mm/ano (AESAs, 2015).

As amostras foram levadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/UAEAg/ UFCG) onde foram realizadas análises físicas e químicas utilizando a metodologia da EMBRAPA (1997). Os parâmetros analisados foram: magnésio e condutividade elétrica da água (CEa), pH, cálcio, sódio, cloreto, bicarbonato, potássio e cálculos de determinação de alcalinidade total, dureza e Sólidos Dissolvidos Totais.

Para análise foram coletadas 55 amostras no último trimestre de 2014 e coletadas novamente no segundo trimestre de 2015. As fontes subterrâneas analisadas foram as comunidades do Caluête, Farinha, São Joãozinho,

Malhadinha, Roçado do Mato, Lages, Santo Antônio, Mônica e Bravo.

Para a coleta das águas foram utilizadas garrafas plásticas de 2 litros, as quais foram lavadas com a água do poço tubular a ser analisada, as garrafas foram mergulhadas rapidamente, com a boca para baixo até a profundidade de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água, e em seguida inclinadas, direcionando suas bocas para cima, sendo (existiu preferencialmente coleta diretamente de tubos bombeados por cata-vento ou bombas e também em reservatórios fechados, evitando que a água tenha sofrido contaminação externa ou evaporado, produzindo concentração de sal não real à condição do poço). Depois das garrafas serem preenchidas até a borda, sem deixar espaço vazio (bolha de ar), foram fechadas, identificadas e trazidas ao laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCG.

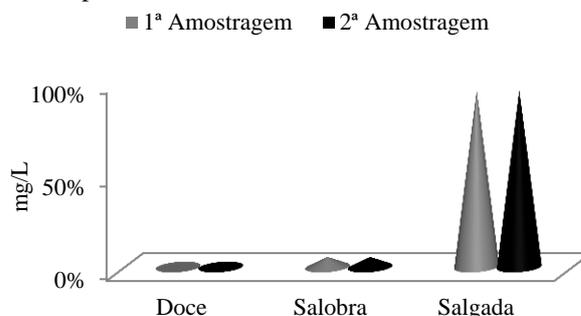
As águas foram classificadas pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 e a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011. Para os parâmetros; cálcio, magnésio, potássio e bicarbonato, foram tomados, como a base, as referências da Organização Mundial de Saúde (OMS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CONAMA estabelece, em sua Resolução nº 357 de 2005 como padrão de potabilidade, valores máximos permitidos para sólidos dissolvidos totais (SDT) águas consideradas doces de 0 a 500 mg L⁻¹, de 501 a 1.500 mg L⁻¹ água salobra e acima de 1.500 mg L⁻¹ a água é classificada como salina.

Na Figura 1 observa-se que a salinidade da água se manteve uniforme em relação à primeira amostragem, com as concentrações de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) na sua minoria (0%) variando até 500 mg L⁻¹, classificando-as como águas doces, com percentuais menores de águas salobras (em torno de 5,45%) que variam o STD de 500 a 1.500 mg L⁻¹ e em sua maioria de águas salgadas (em torno de 94,55%) que possuem STD superiores a 1.500 mg L⁻¹ e na segunda amostragem foram 0% de águas doces, 94,55% de águas salgadas e 5,45% de águas salobras (Figura 1). Os STD representam a concentração de todo o material dissolvido na água, seja ele de natureza iônica ou coloidal. O teor de sais dissolvidos exclusivamente sob a forma de íons foi avaliado usando leituras da Condutividade Elétrica da água (CEa).

Figura 1. Sólidos Dissolvidos Totais nas duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



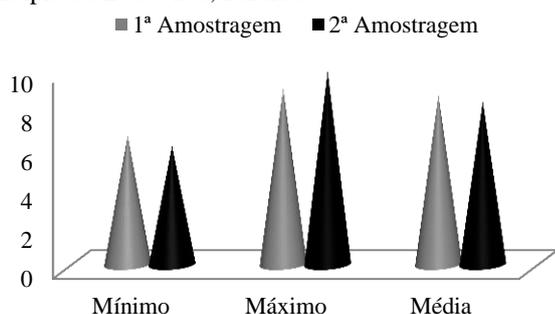
A Portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano no valor máximo permitido de 1000 mg L⁻¹ de

sólidos dissolvidos totais, o que representa 5,45 % de amostras analisadas dentro do padrão na primeira amostragem e 5,45% de águas dentro do padrão na segunda amostragem.

Os valores de pH das fontes de água em estudo oscilaram de acordo com as duas amostragens. O pH oscilou de 6,6 a 9,01 na primeira amostragem e 6,07 a 9,9 na segunda amostragem. As águas coletadas nos poços tubulares apresentaram valores de pH médio de 7.65 a 8,04 (Figura 2), ou seja, variaram de neutro a alcalino. Feitosa e Manoel Filho (2000) destacam que a maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 e 8,5 e, em casos excepcionais, pode variar entre 3 e 11.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005 e com a Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que consideram os valores de pH de água de 6,0 a 9,5 como sendo normais para o consumo humano, pode dizer que as águas coletadas em 94,55% e 100% apresentaram pH adequado para consumo humano. Dos 78 poços tubulares analisados no município de Lajeado-RS, 5,13% estão fora do valor máximo permitido pela Portaria 2914 de 2011 (ECKHARDT et al., 2009).

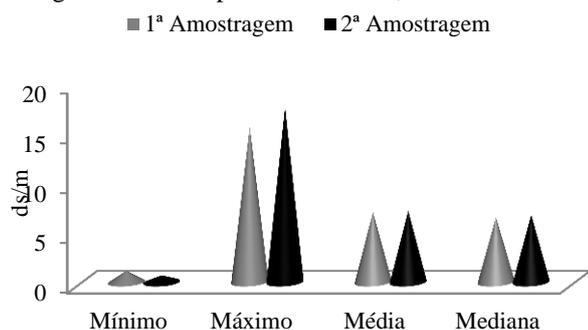
Figura 2. Potencial Hidrogeniônico considerando os valores de mínimo, máximo e média das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



Quando o valor do pH não está dentro do valor permitido na portaria vigente, poderá ter o sabor da água modificado e colaborar para a corrosão ou formação de incrustações no sistema de distribuição de água (CETESB, 2015).

A CE das amostras de água variou de 1,14 a 15,52 dS m⁻¹, com média de 7,02 dS m⁻¹ e mediana de 6,49 dS m⁻¹ (primeira amostragem) e de 0,69 a 17,55 dS m⁻¹, com média de 7,14 dS m⁻¹ e mediana de 6,76 dS m⁻¹ (segunda amostragem) (Figura 3).

Figura 3. Condutividade elétrica da água considerando os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



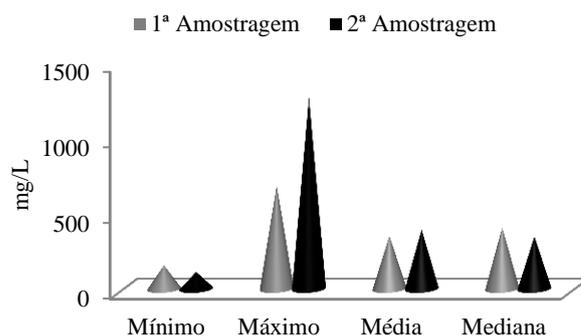
Nas duas amostragens os valores de CEa das águas provenientes dos diversos poços tubulares se mantiveram altos, o que é confirmado por estudos Hidroquímicos dos mananciais subterrâneos na região nordeste (IBGE, 2013) a região tem de má qualidade a não potável em mapa da região, sendo importante encontrar, através de tal estudo, fontes isoladas passíveis de oferecer alguma diferença do que é genericamente, já constatado em estudos anteriores. A origem mineral da rocha e um regime baixo de chuvas contribuem para permanecer valores altos e impossíveis de uso para consumo humano.

A variação dos teores de sais nos poços tubulares é percebida como pequena já que são reabastecidos pela infiltração da água de chuva no solo e fraturas, desde 2012 até 2015; conforme AESA (2015) expõe os dados pluviométricos, a média de precipitação nesses últimos quatro anos representou em torno de 213,6 mm, isto é, sem chuvas expressivas anuais a variação dos sais encontrados nos poços tubulares nas duas etapas foi pequena.

Segundo Molle e Cadier (1992), a concentração de sais em água é perceptível ao paladar quando a CEa atinge valores acima de 0,8 dS m⁻¹. Levando em consideração este valor e os resultados de CE das amostras de água de Boa Vista – PB, pode-se dizer que 98,18% (1ª amostragem) e 100% (2ª amostragem), teriam sabor salgado e seriam desagradáveis para o ser humano. Sawyer e McCarty (1987) afirmam que muitas populações ao redor do mundo consomem água com CEa superior a 0,8 dS m⁻¹, sem apresentar danos à saúde.

A alcalinidade total das amostras de água variou de 155,72 a 681,37 mg L⁻¹, com média de 350,04 mg L⁻¹ e mediana de 405,08 mg L⁻¹ (primeira amostragem) e de 112,24 mg L⁻¹ a 1265,04 mg L⁻¹, com média de 392,35 mg L⁻¹ e mediana de 346,96 mg L⁻¹ (segunda amostragem) tendo as águas coletadas nos poços tubulares apresentado os maiores valores (Figura 4).

Figura 4. Alcalinidade Total considerando os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



Considerando que o valor máximo permitido (VMP) da alcalinidade total em águas para consumo humano recomendada pela OMS (1999) é de 400 mg L⁻¹, em ambas as amostragens deste estudo, 49,09% e 58,18% das águas analisadas possuíram valores de alcalinidade total dentro dos padrões normais, o que difere de Franca et al. (2006) que, ao analisar a qualidade de água dos poços e mananciais superficiais em Juazeiro do Norte, no Estado do Ceará em dois períodos distintos do ano (seco e chuvoso), comprovaram que em 100% das amostras de água analisadas

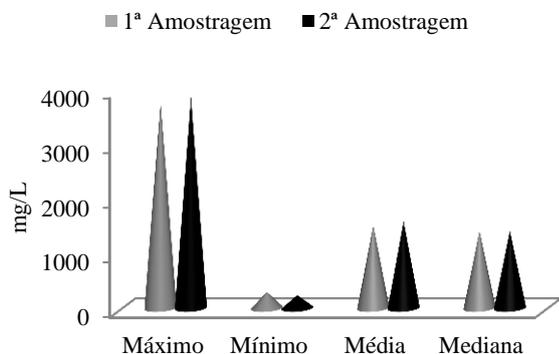
os valores de alcalinidade total ficaram dentro do padrão de potabilidade para consumo humano.

As águas altamente alcalinas possuem sabor desagradável ao paladar e têm encontrado resistência por parte dos consumidores. A variação da alcalinidade das águas subterrâneas está entre 100 e 300 mg CaCO₃ L⁻¹, e em casos mais graves pode atingir 1000mg CaCO₃ L⁻¹ (CUSTODIO; LLAMAS, 1983).

Os valores de dureza para as águas subterrâneas estão em geral, situados entre 10 e 300 mg CaCO₃ L⁻¹, podendo atingir 1000 mg CaCO₃ L⁻¹ e, em casos excepcionais, 2000 mgCaCO₃ L⁻¹. De acordo com o que estabelece a Portaria nº 2914, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), em relação aos valores limites da dureza na água utilizada para consumo humano (500 mg L⁻¹), pode-se dizer que 10,91% das amostras de água coletadas na 1ª amostragem e 7,27% das amostras coletadas na 2ª amostragem são considerados próprios para o consumo.

Isto ocorre porque a dureza total das amostras de água variou de 237,5 a 3850,0 mg L⁻¹, com média de 1585,8 mg L⁻¹ e mediana de 1408,5 mg L⁻¹ (1ª amostragem) e de 297,0 a 3750,0 mg L⁻¹, com média de 1512,64 mg L⁻¹ e mediana de 1410,0 mg L⁻¹ (2ª amostragem) (Figura 5). As águas dos poços tubulares apresentaram valores de dureza total acima do recomendado pela Portaria 2914/11. A classificação das águas subterrâneas da área de estudo com base na dureza foi realizada segundo os critérios de Sawyer et al. (2003).

Figura 5. Dureza Total considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



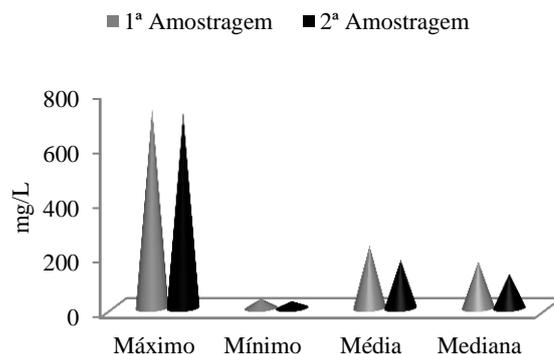
Segundo Sawyer e McCarty (1987), a classificação de águas, de acordo com seus valores de dureza na primeira amostragem foi de 0% como moderadamente duras (75 -150 mg L⁻¹), 3,64% classificadas como duras (150 – 300 mg L⁻¹) e 96,36% foram classificadas como muito duras (>300 mg L⁻¹). Valores acima de 300 mg L⁻¹ CaCO₃, são considerados altos para o consumo da população (BUCKS; NAKAYAMA, 1986). A dureza da água dificulta a formação de espuma aumentando o consumo de sabão e a forma de incrustações nas tubulações e equipamentos, afetando também as características organolépticas da água, associada à formação de cálculos renais (ALVES, 2007).

Das amostras de água coletadas na segunda amostragem, 0% das amostras foi classificada como moderadamente dura (75 -150 mg L⁻¹), 3,64% classificadas como duras (150 – 300 mg L⁻¹) e 96,36% como muito duras (>300 mg L⁻¹), confirmando o que foi encontrado na região de Irauçuba, nordeste do Estado do Ceará, em que o valor médio da dureza

dos poços no cristalino é de 1.094 mg L⁻¹ de CaCO₃ sendo 93% dos poços tubulares analisados e caracterizados como águas muito duras (VERÍSSIMO; FEITOSA, 2002).

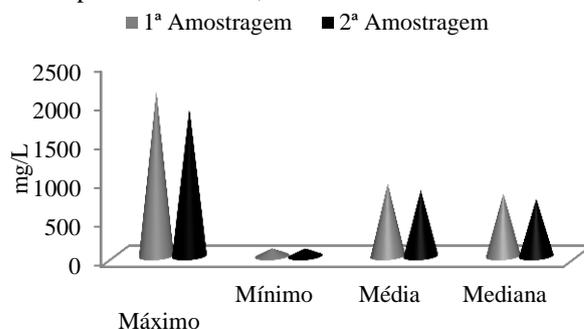
Nas águas dos poços tubulares, coletadas nas duas amostragens, foram encontradas, respectivamente, as seguintes concentrações dos cátions: cálcio variando de 34,5 e 727,03 mg L⁻¹ na primeira amostragem com média de 227,9 mg L⁻¹ e mediana de 170,43 mg L⁻¹ e 26,00 e 711,00 mg L⁻¹ com média de 175,97 mg L⁻¹ e mediana de 125,4 mg L⁻¹ na segunda amostragem (Figura 6) o que não é confirmado por Obiefuna e Sheriff (2011) os quais afirmam que nas águas subterrâneas os teores de Cálcio variam entre 10 e 100 mg L⁻¹.

Figura 6. Concentração de Cálcio considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



Com base em Feitosa e Manoel Filho (2000) o íon predominante entre os cátions nas águas analisadas é o sódio, nos dois períodos estudados. A concentração do sódio nas águas subterrâneas varia entre 0,1 e 100 mg L⁻¹ o que difere das amostras analisadas em que as concentrações de Sódio variaram entre 101,2 e 2115,54 mg L⁻¹ na primeira amostragem com média 931,69 mg L⁻¹ e mediana de 803,62 mg L⁻¹ e segunda amostragem 101,2 e 1903,94 mg L⁻¹ com média de 849,1 mg L⁻¹ e mediana de 740,14 mg L⁻¹ (Figura 7), estando 96,36% (1ª amostragem) e 94,55% (2ª amostragem) fora do padrão de potabilidade estabelecido pela legislação vigente no país, que é de 200 mg L⁻¹ (BRASIL, 2011).

Figura 7. Concentração de Sódio considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.

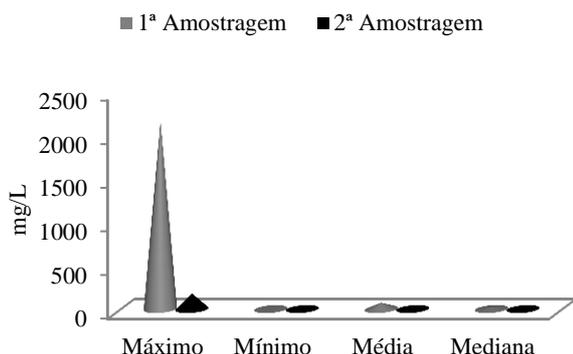


A concentração média do íon potássio está entre 3,9 e 2152,02 mg L⁻¹ na primeira amostragem com média 74,55 mg L⁻¹ e mediana 25,35 mg L⁻¹ e 3,12 e 179,4 mg L⁻¹ com média

de 35,6 mg L⁻¹ e mediana de 23,4 mg L⁻¹ na segunda amostragem (Figura 8).

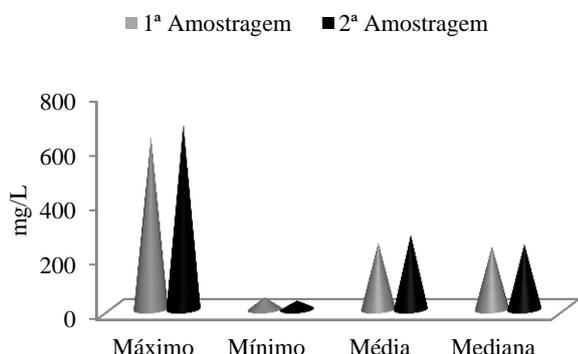
Em geral, os teores de potássio nas águas subterrâneas são inferiores a 10,0 mg L⁻¹, sendo mais frequentes valores entre 1,0 e 5,0 mg L⁻¹ (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000; OBIEFUNA; SHERIFF, 2011) com que, nesta avaliação constatamos que seus índices ficaram bem abaixo do limite para 76,34% das amostras na primeira, já na segunda amostragem 80% dos valores de potabilidade para consumo humano. Com relação à OMS (1999) 60% (1ª amostragem) e 65,45% (2ª amostragem) estão fora do padrão de potabilidade.

Figura 8. Concentração de Potássio considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



O cálcio e o magnésio contribuem para a dureza da água. As águas subterrâneas apresentam valores de Magnésio no intervalo de 1 a 40 mg L⁻¹ (OBIEFUNA; SHERIFF, 2011) o que difere bastante dos valores encontrados no presente estudo em que as amostras apresentaram valores do magnésio entre 44,64 e 635,16 mg L⁻¹ na primeira amostragem com média de 244,13 mg L⁻¹ e mediana de 232,8 mg L⁻¹ e 33,00 e 679,56 mg L⁻¹ na segunda amostragem com média 275,01 mg L⁻¹ e mediana de 240,96 mg L⁻¹ (Figura 9), demonstrando que estão bem acima dos valores permitidos para água subterrânea com finalidade de potabilidade.

Figura 9. Concentração de Magnésio considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.

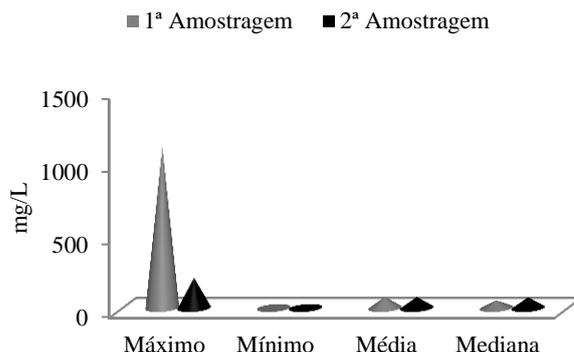


Conforme os limites estabelecidos pela OMS (1999) em relação aos valores máximos permitíveis dos cátions (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺), presentes nas águas utilizadas para consumo humano, pode-se dizer que, em relação a esses elementos, as águas coletadas na primeira amostragem 54,55%, 25,45% dentro dos padrões permitidos já na segunda amostragem

apresentaram 69,09%, 20% dentro dos limites permitidos pela organização.

Nas águas de Boa Vista coletadas nas duas amostragens da pesquisa, foram encontradas, respectivamente, as seguintes concentrações dos ânions: as concentrações de carbonato variaram de 0 a 1104,0 mg L⁻¹ na primeira amostragem, com média de 77,52 mg L⁻¹ e mediana de 52,80 mg L⁻¹ e 0 a 208,80 mg L⁻¹ com média de 76,95 mg L⁻¹ e mediana de 74,4 mg L⁻¹ na segunda amostragem, conforme exposto em gráfico da figura 10.

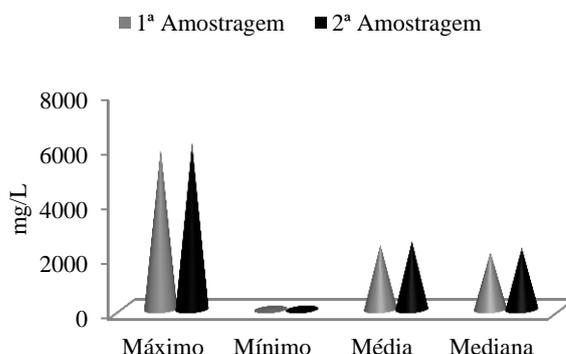
Figura 10. Concentração de carbonato considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



Os teores de cloreto variaram de 44,38 mg L⁻¹ a 5888,38 mg L⁻¹ com média de 2365,76 mg L⁻¹ e mediana 2096,98 mg L⁻¹ na primeira amostragem na região do município, na segunda amostragem variaram de 44,38 mg L⁻¹ a 5888,38 mg L⁻¹ com média de 2510,1 mg L⁻¹ e mediana 2263,83 mg L⁻¹ (Figura 11).

Na primeira e na segunda amostragem, a região apresentou 98,18% e 98,18% dos valores obtidos nas análises com níveis de cloreto muito acima do permitido, dado que este difere do encontrado por Franca et al. (2006) em poços de Juazeiro do Norte (CE), município localizado na região Sul do Estado do Ceará e que apresentaram, em seus resultados, o parâmetro cloreto dentro do permitido pela legislação (250 mg L⁻¹ de Cl) em todas as análises realizadas no referido estudo.

Figura 11. Concentração de Cloreto considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



Altos valores de cloreto sem interferência de fatores geológicos podem significar contaminação por efluentes domésticos ou industriais (POHLING, 2009). Mas o que se

observam, segundo o IBGE (2013) foi a presença de águas cloretadas-sódicas, o que explica os altos valores de cloreto presentes nas águas dos poços tubulares. Valores acima do permitido para o cloreto conferem sabor salgado à água e efeitos laxativos em quem está acostumado a consumir água com baixas concentrações (BATALHA; PARLATORE, 1993).

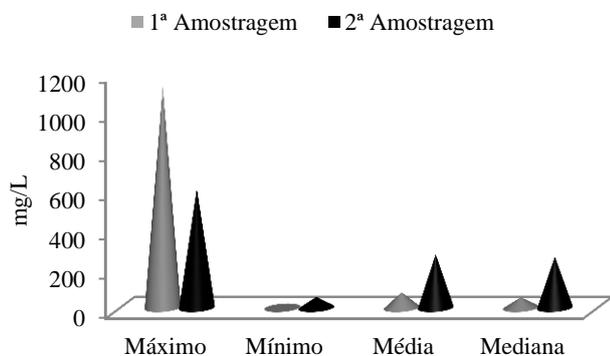
De acordo com o que estabelecem a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005 e a Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, em relação aos valores limites do ânion (Cl^-) presentes nas águas utilizadas para consumo humano, pode-se dizer que, em relação ao cloreto, 98,18% (1ª amostragem) e 98,18% (2ª amostragem) se apresentam acima dos limites estabelecidos por essas normativas.

Silva e Araújo (2003) encontraram avaliando a qualidade das águas dos mananciais subterrâneos de Feira de Santana (BA), em 12,5% das amostras analisadas, teores de cloreto fora do padrão de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2914/11.

A precipitação entre os dois períodos de amostragem da pesquisa não passou de 10 mm de chuvas (AESAs, 2015), passível de ser analisado já que alguns poços passaram a ser mais bombeados, mesmo com teor salino, principalmente quando energizado, o que produziu, em algumas situações, maior ou menor concentração de sais, o que depende da rocha que serve de depósito e armazenamento da água subterrânea do local.

A quantidade de bicarbonato na água subterrânea varia de 50 e 350 mg L^{-1} em águas doces, podendo atingir 800 mg L^{-1} (FEITOSA; MANOEL FILHO, 2000; OBIEFUNA; SHERIFF, 2011). A variação de bicarbonato encontrada foi de 0 e 1122,4 mg L^{-1} com média de 78,81 mg L^{-1} e mediana de 53,68 mg L^{-1} na 1ª amostragem e 56,12 e 608,17 mg L^{-1} com média de 273,09 mg L^{-1} e mediana de 261,08 mg L^{-1} na 2ª amostragem (Figura 12). A OMS (1999) afirma ser o bicarbonato avaliado pelo valor máximo permissível de 250 mg L^{-1} para consumo humano, o que pode ser observado que em 43,64% (1ª amostragem) e 38,18% (2ª amostragem) estão dentro do padrão estabelecido.

Figura 12. Concentração de Bicarbonato considerando-se os valores de mínimo, máximo, média e mediana das duas amostragens no município de Boa Vista, Paraíba.



CONCLUSÕES

As águas dos poços analisadas na região do município de Boa Vista, PB, na sua grande maioria, se encontram fora do padrão de potabilidade para consumo humano estabelecido pela Portaria nº 2914/11, CONAMA e OMS, para os

parâmetros físico-químicos apresentaram valores acima do estabelecido.

A condutividade elétrica não apresenta padrão legislado na Portaria nº 2914/11, porém é excelente parâmetro indicador de ação antrópica na alteração da qualidade ambiental dos recursos hídricos, o qual foi encontrado bastante elevado.

A água subterrânea na região do município de Boa Vista, PB foi considerada imprópria para o consumo humano devido ao fato dos parâmetros avaliados estarem em desacordo com o limite máximo permitido da legislação Brasileira, magnésio, cálcio, sódio, dureza, alcalinidade, Sódio, Cloreto e Sólidos Dissolvidos Totais.

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso: 23 jan. 2015.

ALVES, C. Tratamento de Águas de Abastecimento. 2. ed. Porto: Publindústria, Edições Técnicas. 2007. 335p.

BATALHA B. L.; PARLATORE A. C. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. CETESB, São Paulo, 1993. 198p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 de jan 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914 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. Ministério da Saúde, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de Dez. 2011. Acesso em: 15 de jan 2015.

BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S. Trickle irrigation for crop Production: design, operation and management. Amsterdam: Elsevier, 1986. cap. 3, p. 163

CETESB. Licenciamentos, outros documentos. Disponível em<http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/outros_documentos.asp#2>. Acesso: 17 Out. 2015.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. Hidrología subterrânea. 2. ed. Barcelona: Ed Omega S/A, v.2, 1983.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L., FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v.4, n.1, p.58-80, 2009.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

- Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. Noções de Hidroquímica. In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPe, 2000, p. 81 – 108.
- FRANCA, R. M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P.; MENDONÇA, L. A. R.; BESERRA, M. C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte – CE. Revista Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, v.11, n.1, p.92-102, 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/recursos_hidricos/regionais/nordeste_hidrogeologico.pdf> IBGE, 2013. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2013/12/18/ibge-mapeia-aguas-superficiais-e-subterraneas-do-nordeste/>> Acesso em: 19 nov. 2015.
- MANOEL FILHO, J. Em Hidrogeologia: conceitos e aplicações; Feitosa, F. A. C.; Manoel Filho, J., eds.; 2a. ed. CPRM (LABHID-UFPE): Fortaleza, 2000, cap. 6.
- MANOEL FILHO, J. Ocorrência das Águas Subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM, 2000. cap. 2, p.13-33.
- MOLLE, F.; CADIER, E. Manual do Pequeno Açude. SUDENE/ORSTOM/TAPI, 1992. 523p
- OBIEFUNA, G. I.; SHERIFF, A. Assessment of Shallow Ground Water Quality of Pindiga Gombe Area, Yola Area, NE, Nigeria for Irrigation and Domestic Purposes. Research Journal of Environmental and Earth Sciences, v.3, n.2, p.131-141, 2011.
- OMS. ORGANIZATION MUNDIAL DE LA SALUD. Guias para la calidad del agua potable. 2. ed. Genebra, v.1,1999.
- POHLING, R. Reações químicas na análise de água. 1.ed. Fortaleza: Arte Visual, 2009. 20p.
- SAWYER, C.; MCCARTY, P. L. Chemistry for environmenta engineering. 5.ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1987. 532p.
- SAWYER, N. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. Chemistry for environmental engineering and science. 5.ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 752p.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Revista Ciência & Saúde Coletiva, São Paulo, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.
- VERÍSSIMO, L.S.; FEITOSA, F.A.C. Aspectos qualitativos das águas subterrâneas da região de Irauçuba, norte do Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, Florianópolis, 2002. Anais ...Florianópolis: ABAS, 2002. CD Rom.