

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE TRÊS POÇOS SUBTERRÂNEOS DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN

Rafael Barbalho de Lima^{1*}, Daniele da Silva Oliveira², Luiz Di Souza³, Rafael Oliveira
Batista⁴, Sandra Maria Campos Alves⁵, Francisco Uberlânio Silva⁶.

¹Graduando em Química na Universidade do Estado do RN – UERN, ²Mestranda do PPGCN na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, ³Prof. Ad. do Dq e do PPGCN na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, ⁴Prof. Ad. do DCAT e do PPMSA na Universidade Federal do Semi-Árido – UFERSA, ⁵Prof^a. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, ⁶Mestrando do Curso petróleo e gás da Universidade Potiguar – UNP.

RESUMO

A água é um recurso fundamental para a existência da vida. Porém o crescimento populacional aliado ao uso intensivo e a gestão inadequada têm causado prejuízos à qualidade das águas, gerando problemas econômico e socioambiental. Um dos problemas é a poluição das águas subterrâneas que se concentra mais em áreas urbanas, onde se encontram grandes volumes de fontes de poluição, como esgotos não tratados e lixões por exemplo. O município de Mossoró-RN localizado no semiárido nordestino, localizado no oeste do estado do Rio Grande do Norte, segundo o censo do IBGE, 2010 tem uma população de 259.886 habitantes com 70 % de sua população abastecida por águas de poços subterrâneos. O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Portanto, objetivou-se neste trabalho analisar as amostras de água subterrâneas coletadas em três diferentes pontos da cidade de Mossoró-RN, bem como comparar os valores obtidos em cada ponto entre si e com a legislação em vigor, avaliando a sua qualidade e as influências antrópicas do local nestas características. Os resultados mostraram que as águas analisadas se enquadram na classe 3.

*E-mail: rafaelbarbalho.12@hotmail.com

Algumas características como sólidos dissolvidos, sulfato e nitrito atendem aos padrões da resolução CONAMA n° 396/2008, outros como nitrato e especificamente o cloreto da amostra 2 demonstraram valores acima do permitido, evidenciando que os pontos 2 e 3 possuem um baixo serviço de esgotamento sanitário e maior densidade populacional, o que contribui para o aumento da poluição nestes locais.

Palavras-chave: Qualidade; água; indicadores.

PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF THREE UNDERGROUND WATER WELLS OF MOSSORÓ-RN CITY

ABSTRACT

Water is a key resource for life. But population growth combined with intensive and mismanagement have caused prejuícos water quality, generating economic and environmental problems. One problem is the pollution of groundwater that focuses more on urban areas, where large volumes of pollution sources such as untreated sewage and garbage dumps for example. The city of Mossoro-RN located in the northeastern semi-arid region, located in western Rio Grande do Norte state, according to the IBGE Census 2010 has a population of 259. 886 inhabitants with 70% of its population supplied by water from underground wells. The consumption of water contaminated by biological or physical-chemical agents has been associated with various health problems. Therefore, the aim of this work was to analyze the groundwater samples collected in three different points of the city of Mossoro-RN and compare the values obtained at each point between themselves and with the legislation in force, evaluating their quality and the influences anthropogenic local these characteristics. The results showed that the water fall in class 3. Some characteristics such as dissolved solids, and sulfate nitrite meet the standards Conama No. 396/2008, others as nitrate and specifically the chloride of sample 2 shown above permitted values, showing that points 2 and 3 have a low sewage service and population density, which contributes to increasing pollution in these places.

Keywords: Quality; water; indicators.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida na Terra. Considerada um dos bens mais preciosos da humanidade. Sendo essencial no desenvolvimento de todas as atividades industriais e agrícolas. Porém o crescimento populacional aliado ao uso intensivo e a gestão inadequada têm causando prejuízos à qualidade das águas, gerando problemas econômico e socioambiental.¹

A falta de água potável em algumas regiões, a contaminação das fontes naturais e o desperdício, são fatores preocupantes que estão comprometendo o abastecimento em diversos países.^{2,3-4}

Sabe-se que do volume total da água do planeta, a presença de água salgada, nos oceanos e mares, corresponde a 97,5 % e a de água doce, em rios, lagos, geleiras e subsolo, corresponde apenas 2,5 %. Desta pequena quantidade de água doce, 68,9 % encontra-se em geleiras e coberturas permanentes de neve, 29,9 % é relacionado à água doce subterrânea e 0,3 % são das águas dos rios e lagos.⁵

O Brasil é privilegiado com 12 % da água doce superficial no mundo. Mais de 90 % do território brasileiro recebe precipitações pluviométricas abundantes durante o ano e as condições climáticas e geológicas propiciam a formação de uma extensa e densa rede de rios, com exceção do semiárido, onde os rios são temporários, o que caracteriza um forte problema de distribuição e disponibilidade geográfica da água.⁶⁻⁷

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), a região do nordeste brasileiro possui a menor disponibilidade hídrica do país com 3%.⁸

Nesta região são perfurados poços desde o início do século passado e a utilização da água subterrânea cresceu vertiginosamente e de forma descontrolada, em função das demanda de água e da falta de fontes superficiais.⁹

No entanto, as Figuras 1 e 2 mostra que as precipitações nos últimos anos (2011 a 2014)¹⁰ tem sido abaixo da média geral, o que diminui a quantidade de água subterrânea por falta d'água para recarga dos aquíferos o que contribui para a concentração dos poluentes presentes na água.

Figura 1: Níveis de Precipitação em Apodi, a) ano de 2011, b) ano de 2012.

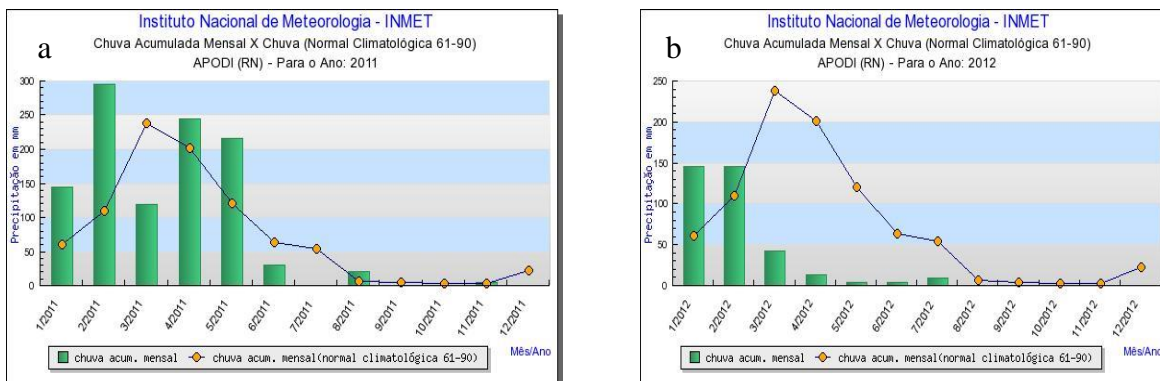
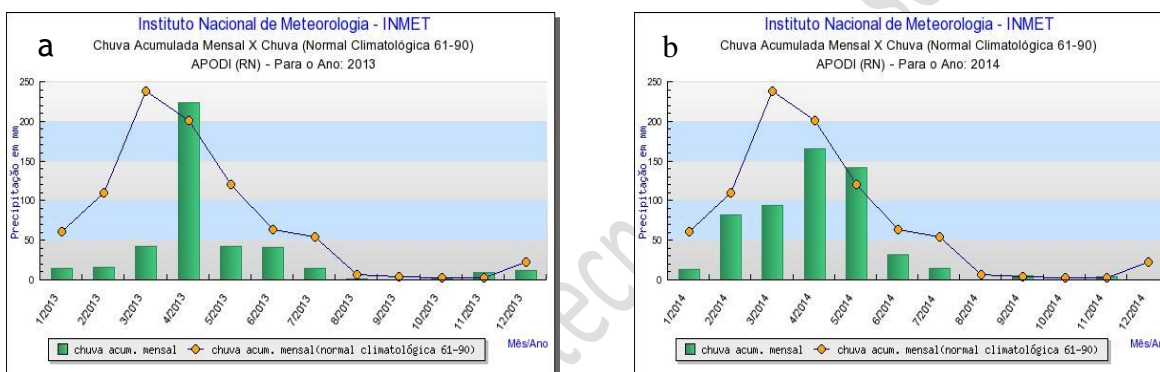
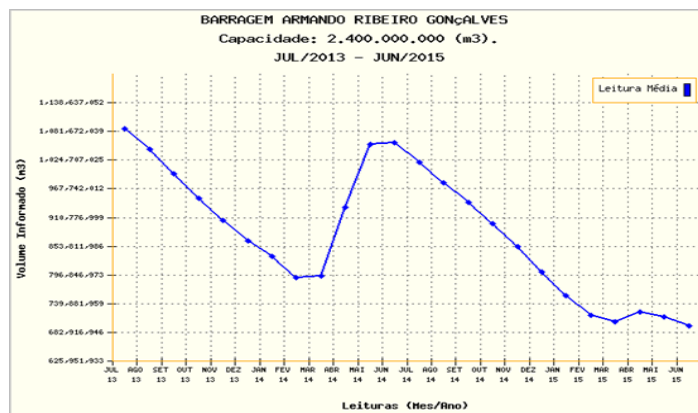


Figura 2: Níveis de Precipitação em Apodi, a) ano de 2013, b) ano de 2014.



Isso é confirmado pelos níveis de reservatórios que estão muito baixos (aproximadamente 26 % do máximo) como exemplifica a Figura 3 para a barragem de Armando Ribeiro Gonçalves de Assú, a maior da região de Mossoró, já que as precipitações não têm sido suficientes para recarregar os aquíferos superficiais e subterrâneos da região.

Figura 3: Nível de água para Barragem de Armando Ribeiro Gonçalves.



Em razão do crescimento natural da população e dessa contaminação das águas, o suprimento de água potável e de boa qualidade nas áreas mais desenvolvidas torna-se cada vez mais difícil e de maior custo.¹¹⁻¹²

Um dos problemas que deve ser destacado é a poluição das águas subterrâneas que se concentra mais em áreas urbanas, onde se encontram grandes volumes de fontes de poluição, como esgotos não tratados e lixões.

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde.¹³⁻¹⁴ Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções causam elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos.¹⁵

Entre os constituintes inorgânicos nocivos à saúde que podem ser encontrados na água, o nitrato é aquele que apresenta ocorrência mais generalizada e problemática, devido a sua alta mobilidade e estabilidade nos sistemas aeróbios de águas subterrâneas.¹¹⁻¹²

O íon nitrato (NO_3^-) em águas subterrâneas origina-se, principalmente, de quatro fontes: aplicação de fertilizantes com nitrogênio orgânico, inorgânico e de esterco animal em plantações; cultivo do solo; esgoto humano depositado em sistemas sépticos inapropriados e deposição atmosférica.¹⁶

Em Mossoró e região o problema, ainda, não foi estudado em profundidade mais trabalhos já indicam uma situação, no mínimo preocupante, já que a situação do saneamento básico não é boa; em 2007, 96,82% da população era atendida pelo abastecimento de água na

cidade, e apenas 28,26 % da população era atendida pelo esgotamento sanitário. A cidade é abastecida por 15 poços artesianos (água subterrânea do aquífero Açu), além de poços semi artesianos e até mesmo por cacimbões nas áreas rurais. Como consequência disso tem-se constatado poluição dos poços subterrâneos que abastecem as populações, especialmente pelo contaminante nitrato e aumento dos níveis de salinidade.¹⁶⁻¹⁷

Outro grave problema é a seca prolongada na região, no Rio Grande do Norte muitos municípios já se encontram em estado de emergência, com barragens secas e açudes bem abaixo de sua capacidade. Na região do Seridó muitas cidades estão sendo abastecidas por carros pipas. No campo a situação se agrava mais ainda, onde a população não tem como manter seu gado, devido ao longo tempo de estiagem.¹⁸

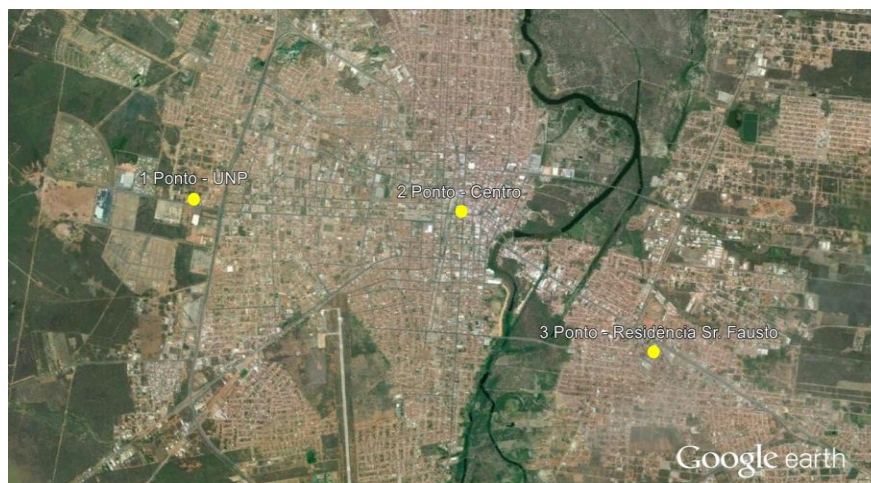
Portanto, objetivou-se neste trabalho analisar as amostras de água subterrâneas coletadas em três diferentes pontos da cidade de Mossoró-RN, bem como comparar os valores obtidos em cada ponto entre si e com a legislação em vigor, avaliando a sua qualidade e as influências antrópicas do local nestas características.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e análise das amostras

O município de Mossoró-RN está localizado no oeste do estado do Rio Grande do Norte, segundo o censo do IBGE, 2010,¹⁹ possui uma área de 2.099 km² e tem uma população estimada para o ano de 2015 de 288.162 habitantes. A cidade se encontra inserida no semiárido nordestino e tem 70 % de sua população abastecida por águas de poços subterrâneos. As amostras foram coletadas em três poços com profundidade aproximada de 90 metros. A amostra 01 foi coletada no bairro Nova Betânia (Campos UNP), amostra 02 foi coletada no centro da cidade (Rebouças Supermercado) e a amostra 03 foi coletada no bairro Alto de São Manoel (Residencial do Sr. Fausto Guilherme). A Figura 4 mostra o local dos pontos de coletas das amostras de água na cidade e a Figura 5 ilustra os locais no momento em que foram feitas as coletas.

Figura 4: Pontos dos três locais onde foram realizadas as coletas na cidade de Mossoró.



Fonte: *Google Earth* (2016).

Figura 5: Local de coleta das águas subterrâneas a) UNP b) supermercado Rebouças no centro e c) Residência do Sr. Fausto Guilherme no bairro alto de São Manoel.



Fonte: Próprio autor.

As amostras foram coletadas de acordo com a normalização vigente em frascos âmbar, previamente limpos e imediatamente resfriadas e transportadas para o Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais (LACAM) pertencente ao Departamento de Química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN, onde as análises físico-químicas foram realizadas

usando as metodologias prescritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005)²⁰. As análises feitas foram: sólidos dissolvidos, nitrato, nitrito, amônio, nitrogênio total, cloreto, alcalinidade, salinidade, cálcio, dureza, magnésio, sulfato e fosfato. Todas as análises foram feitas em triplicata e o resultado expresso como a média dessas medidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados obtidos são mostrados no Quadro 1.

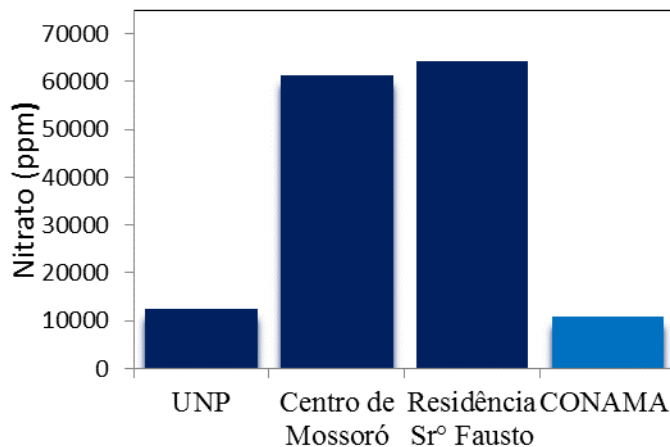
Quadro 1. Resultados dos parâmetros físico-químicos encontrados para os três pontos de coleta.

Coordenadas Geográficas	Pontos de coleta			Resolução CONAMA nº 396/2008
	1 (UNP)	2 (Rebouças)	3 (Sr.Fausto)	
Análises	S: 5°10'33'' O: 37°22'12''	S: 5°11'09'' O: 37°20'29''	S: 5°12'33'' O: 37°20'47''	
Comportamento 1				
Sólidos totais (ppm)	416	924	716	1000
Amônia (ppm)	0,0216	0,01969	0,1443	-
Cloreto (ppm)	84	266	126	250
Alcalinidade (ppm)	87	158	138	-
Salinidade (ppm)	138,43	438,37	207,65	
Fósforo (ppm)	0,03158	0,04055	0,03062	-
Sulfato (ppm)	9,13	184,77	55,83	250
Comportamento 2				
Dureza (ppm)	171,972	273,132	384,4	-
Cálcio (ppm)	12,825	14,43	16,03	-
Magnésio (ppm)	2,9	4,86	7,78	-
Nitrato (ppm)	12,182	61,354	64,075	10,000
Nitrito (ppm)	0,0022	0,0259	0,2271	1,000
N. Total (ppm)	16,73	62,928	71,721	-

Os resultados obtidos foram comparados com os prescritos na resolução CONAMA nº 396/2008²¹ que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, as amostras analisadas se enquadram, de acordo com esta resolução na classe 3. Os valores de sólidos dissolvidos, sulfato e nitrito estão dentro dos limites permitidos nesta resolução. Os valores de nitrato de todas as amostras e cloreto da amostra 2 se encontram acima do permitido e indicam a necessidade de um melhor monitoramento e intervenção das autoridades competentes. Resultados semelhantes têm sido encontrados em outros pontos da região como em poços das bacias hidrográficas Piranhas-Açu, Apodi-Mossoró, Pirangi, Potengi, Doce, Ceará-mirim, Jacu, Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso e Faixa Litorânea Norte de Escoamento Difuso. Esses poços apresentaram concentração do nitrato acima do limite aceitável e são utilizados para fins diversos, incluindo o consumo humano.¹⁷

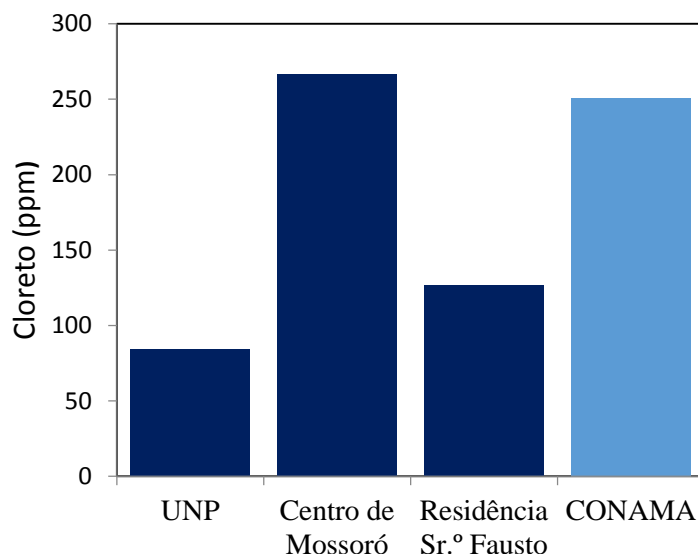
Na Figura 6 e Quadro 1 podem-se observar os resultados obtidos para a característica nitrato, percebe-se que os valores de nitrato para todas as amostras excederam o valor máximo permitido, tendo valores maiores nas amostras 2 e 3. Isso pode estar relacionado a falta de saneamento nessas regiões, pois os resultados foram menores no ponto 1 e o mesmo é um local menos povoado da cidade e que por ser mais novo tem um bom serviço de saneamento básico, ou seja, recolhimento e tratamento dos esgotos, enquanto os pontos 2 e 3 se encontram em áreas mais antigas da cidade, aonde ainda existe deficiência no esgotamento sanitário e a densidade populacional é bem maior. Neste caso a área menos atendida por serviços de saneamento seria o bairro do alto de São Manoel (ponto 3) o que corresponde à realidade constatada por efluentes a céu aberto verificados em vários locais dessa região.

Figura 6: Resultados de Nitrato para as três amostras analisadas e limite permitido na resolução do CONAMA.



A Figura 7 e Quadro 1, mostram os resultados obtidos para a característica cloreto. As amostras 1 e 3 possuem valores abaixo do permitido pela CONAMA e a amostra 2 excede o valor permitido para o consumo humano. Este resultado é mais um forte indicio de que a poluição é resultante da contaminação por esgotos sanitários por que este íon está fortemente presente na urina dos seres humanos. Observe que neste caso, a área de maior concentração de pessoas é a área que apresenta maior poluição por este contaminante. Dejetos humanos e de animais possuem teor elevado de cloreto, devido ao cloreto de sódio ser um ingrediente comum nas dietas passando inalterado pelo sistema digestivo. Nas estações de abastecimento de águas, a presença de concentrações anormais de cloreto e material nitrogenado é um indicio possível desse tipo de poluição. A concentração de cloreto em esgoto doméstico varia entre 30 e 100 ppm. Água com concentração muito elevada de cloreto causa danos em superfícies metálicas, em estruturas de construção e muitas espécies de plantas. A tolerância dos seres humanos para o cloreto nas zonas áridas, pode chegar a 900 ppm sem nenhum efeito fisiológico adverso. Para indivíduos acostumados a baixas concentrações, um alto teor de cloreto na água ingerida pode ter efeito laxativo.²²

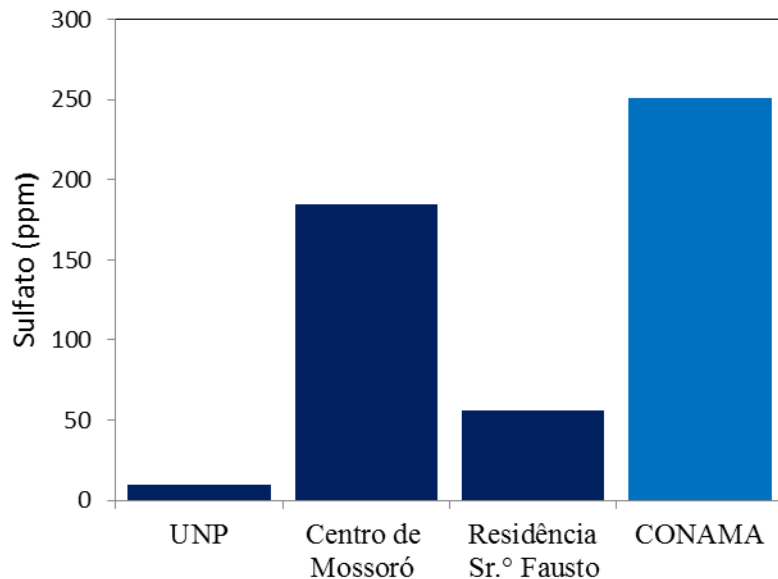
Figura 7. Resultados de Cloreto para as três amostras analisadas e limite permitido na resolução do CONAMA.



Visando entender melhor o efeito da localização (espacialidade) nos resultados analisou-se várias outras propriedades, cujos limites não estão regulamentados pela legislação, mas são importantes para entender o problema. Desta forma dois comportamentos básicos foram observados para as análises apresentadas no Quadro 1.

O primeiro comportamento parte Azul do quadro são válidos para as propriedades sólidos dissolvidos, amônia, cloreto, alcalinidade, salinidade, fósforo e sulfato é representado pela concentração de sulfato na Figura 8, apresentam aumento do ponto da UNP para o centro de Mossoró-RN e depois diminui para o Alto de São Manoel, comportamento, que assim como para o nitrato, estaria relacionado a densidade populacional desses bairros e a condição de tratamento dos efluentes dessas regiões, sendo que a maior produção de esgotos resultaria na elevação da concentração destes poluentes. Observe que todas estas variáveis estão fortemente ligadas a atividade de limpeza e higiene das pessoas e casas, sendo que alcalinidade, salinidade, fósforo e sulfato estão mais intimamente relacionados a limpeza (uso de detergentes e outros produtos de limpeza e higiene) e amônia, nitrito e cloreto estão mais relacionados com a questão do uso de produtos de higiene pessoal e de necessidades básicas.

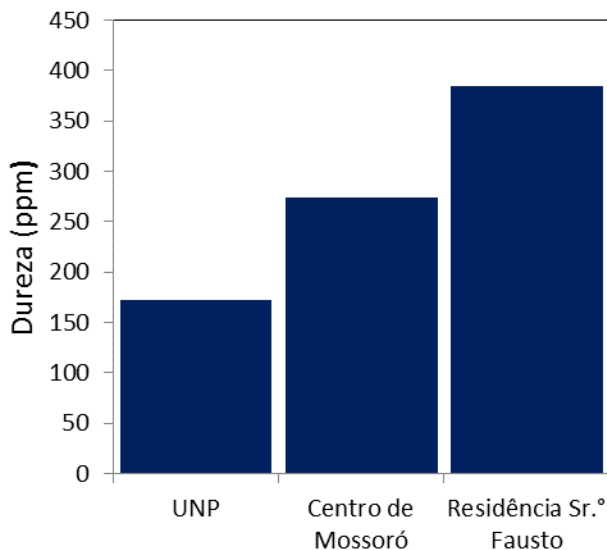
Figura 8 - Resultados de Sulfato para as três amostras analisadas e limite permitido na resolução do CONAMA



O outro comportamento parte Verde do quadro são validos para as propriedades dureza, cálcio, magnésio, nitrito e nitrogênio total representado pela concentração da dureza Figura 9 e Quadro 1, apresenta constante aumento do ponto UNP para o ponto centro de Mossoró-RN e para o ponto de Alto de São Manoel, fato que pode ser explicado pela menor densidade populacional da região da UNP em relação aos outros dois pontos, e pela falta de esgotamento sanitário no bairro alto de São Manoel, quando comparado com o centro ocasionando um aumento de concentração desses elementos.

Quanto à qualidade das águas investigadas para fins de consumo humano, não existe, até o presente, evidências de que a dureza produza transtorno de ordem sanitária, ao contrário, alguns estudos sinalizam para uma menor incidência de doenças cardíacas em áreas onde as águas apresentam maior dureza. No entanto, segundo a Portaria 518, de 25 de março de 2004 da ANVISA e Resolução n.º 396/2008 do CONAMA,²³ o limite máximo de dureza total em água potável é de 500 ppm, indicando que a água analisada nos diferentes locais está de acordo com as normas citadas. As propriedades Sólidos dissolvidos, nitrito e sulfato, também, obedecem aos limites estabelecidos pelo conama²¹

Figura 9: Resultados de Dureza para as três amostras analisadas.



CONCLUSÕES

Das características que têm limites estabelecidos na legislação, algumas características como sólidos dissolvidos, sulfato e nitrito estão de acordo com a resolução CONAMA n° 396/2008 e o nitrato e o cloreto da amostra 2 estão acima do permitido, evidenciando que os pontos 2 e 3 possuem baixo serviço de esgotamento sanitário e alta densidade populacional. As características sólidos dissolvidos, amônia, cloreto, alcalinidade, salinidade, fósforo e sulfato apresentaram um comportamento que mostra aumento do ponto da UNP para o centro de Mossoró-RN e depois diminui para o Alto de São Manoel). Um outro comportamento mostra uma elevação constante das propriedades dureza, cálcio, magnésio, nitrito, nitrato e nitrogênio total. Esta diferença no comportamento é resultando das diferentes densidades demográficas dos locais estudados, aliado a uma diferença significativa no sistema de coleta e tratamento de esgotos de cada região, sendo que alta densidade populacional e conseqüentemente maior produção de esgoto, resulta em elevada concentração de poluentes, as quais podem ser carregadas para as águas subterrâneas em diferentes quantidades, de acordo com o grau de tratamento dos efluentes efetuado em cada região. Assim a presença de

contaminantes, especialmente nitrato, nas águas dos poços examinados mostra a necessidade do monitoramento da sua qualidade e necessidade de se melhorar o sistema de coleta e tratamento de esgotos, principalmente em épocas de seca, quando não ocorre recarga dos aquíferos e a concentração dos contaminantes aumenta. equada, a maniçoba pode ser uma excelente fonte de renda para o povo do Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

- [1] Rahman, I. M. M. et al. *Environ Monit Assess.* 2011, 1, 173.
- [2] Jacobsen, D. et al. *Nature Climate Change.* 2012, 1, 2.
- [3] Ferreira, A. C.; Rocha, L. C.; Figueiredo, M. A. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades.* 2015, 15, 3.
- [4] van vliet, M. T. H. et al. *Global Environmental Change.* 2013, 2, 23.
- [5] Almeida, M. *Geografia Global 2.* São Paulo: Escala educacional, 1ª ed. 2010.
- [6] Rebouças, A.; Galízia Tundisi J.; Braga, B. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, USP, 1999.
- [7] <http://www.socioambiental.org>, acessado em setembro 2015.
- [8] Paz, J. *Nordeste tem apenas 3% de água doce no Brasil.* *Meio Ambiente.* Outubro, 2013.
- [8] <http://www.programaaguaazul.mn.gov.br>, acessado em setembro 2015.
- [9] Soares, T.M. et al. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* 2006, 3, 10.
- [10] http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos, acessado em fevereiro de 2016.
- [11] Foster, S.; Ventura, M.; Hirata, R. *Poluição das águas subterrâneas.* São Paulo: Instituto Geológico, 1993, 55p.
- [12] Filizola, H. F. et al. *Pesq. Agropec. Bras.* 2002, 5, 37.
- [13] Amaral, L. A. et. Al. *Rev Saúde Pública.* 2003, 4, 37.
- [14] Manjare, S. A.; Vhanalakar, S. A.; Muley, D. V. *Intl. J. of Adv. Biotech. and Res.* 2010, 2, 1.
- [15] Oel, P. R. V.; Krol, M. S.; Hoekstra, A. Y. *Phys. Chem. Earth.* 2012, 48, 47.
- [16] Baird, C.; Cann, M. *Química Ambiental.* Porto Alegre: Bookman, 4. ed. 2011.

- [17] <http://www.programaaguaazul.rn.gov.br>, acessado em setembro 2015.
- [18] <http://fcst.edu.br/site>, acessado em setembro 2015.
- [19] <http://cidades.ibge.gov.br>, acessado em setembro 2015.
- [20] APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.
- [21] BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 396 de 03 de abril de 2008. Brasília, 2008.
- [22] CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis de qualidade das águas. São Paulo, SP: CETESB, 2010.