

## Condutividade elétrica, pH e a relação adsorção de sódio nas águas de poços do município de Pombal-PB

### *Electrical conductivity, pH and for adsorption of sodium in water from the wells of the city de Pombal-PB*

Alan Dél Carlos Gomes Chaves<sup>1</sup>, Ricardo Ricelli Pereira de Almeida<sup>2</sup>, Diego Lima Crispim<sup>3</sup>, Manoel Moisés Ferreira de Queiroz<sup>4</sup>, Patrício Borges Maracajá<sup>5</sup>.

**RESUMO** - No meio rural, os poços rasos e nascentes são as principais fontes de abastecimento de água e bastantes susceptíveis à contaminação. Este trabalho objetivou monitorar a condutividade elétrica e o pH e quantificar relação de adsorção de sódio (RAS) nas águas dos poços das comunidades Bezerro e Várzea comprida dos Oliveiras, no município de Pombal -PB. A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, sendo a primeira delas um reconhecimento da área de estudo. Na segunda etapa, foi feito um reconhecimento através de visitas in loco por parte dos produtores na comunidade, na qual foi feito também levantamento dos poços artesianos existentes na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras e da comunidade Bezerro e levantamento das culturas agrícolas desenvolvidas na região e os agrotóxicos utilizados. A terceira etapa foi realizada através do georreferenciamento e definição dos poços tubulares e na quarta etapa foi feito o monitoramento das águas subterrâneas dos poços estudados. Houve uma redução da condutividade elétrica das águas a partir de fevereiro, período marcado pelo início das chuvas, demonstrando o efeito da água da chuva na diluição dos sais. O pH apresentou uma redução nos poços da comunidade Bezerro entre fevereiro e abril, já boa parte dos poços de várzea comprida apresentou um aumento nesse período. A relação adsorção de sódio apresentou os maiores valores nos poços 4 (2,67 mg L<sup>-1</sup>) e 13 (2,6 mg L<sup>-1</sup>).

**Palavras - chave** - Águas subterrâneas, análise, contaminação, georreferenciamento e poços tubulares.

**ABSTRACT** - In countrified, areas, the shallow wells and springs are the main sources of water supply and quite susceptible to contamination. This work aimed to monitor the electrical conductivity and the pH and quantify for adsorption of sodium (RAS) in the waters of the wells of the communities of Bezerros and the Varzea Comprida of Oliveiras, city of Sousa-PB. The research was developed in four stages, the first being a recognition of the study area. In the second step, it was done a recognition through visits in-loco on the part of the producers in the community, which was also done survey of artesian wells in existing community Long Meadow of olive trees and the community Calf and survey of agricultural crops in the region and the agrochemicals used. The third step was performed using the georeferencing and definition of tubular wells and in the fourth step was done the monitoring of groundwater wells studied. There has been a reduction in the electrical conductivity of water from February, a period marked by the start of the rainy season, demonstrating the effect of the water from the rain on the dilution of salts. PH showed a reduction in the pits of the community of Calves between February and April, already good part of wells of meadow long presented an increase during this period. The adsorption of sodium presented the highest values in the wells 4 (2.67 mg L<sup>-1</sup>) and 13 (2.6 mg L<sup>-1</sup>). P the maximum value occurred at 57 DAT (1.88 g plant<sup>-1</sup>) and for the K to 64 DAT (15.15 g plant<sup>-1</sup>), independent of the cultivar.

**Key words** - Waters underground, Analysis, Contamination, Georeferencing and Wells tube.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/12/2014 aprovado em 10/01/2015

<sup>1</sup>Mestre em Sistemas Agroindustriais – UFCG, Fone: (83) 96589908 - E-mail: alan.delcarlos.@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Ambiental – UFCG. E-mail: ricelli2008@bol.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Ambiental – UFCG. E-mail: diegolc\_85@hotmail.com

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo em 2002; E-mail: moises@ccta.ufcg.edu.br

<sup>5</sup>Professor Doutor em entomologia - UFCG, patriciomaracaja@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que possui maior destaque, pois sua disponibilidade e acesso são necessários a todo tipo de vida no planeta, bem como para a maioria dos meios de produção (SARDINHA et al., 2008). A agricultura intensiva desenvolvida apresenta diferentes impactos ambientais na qualidade da água. É necessário, portanto, o monitoramento de diversos indicadores de qualidade e entre eles a avaliação de resíduos de agrotóxicos. A maioria dos contaminantes químicos presentes em águas subterrâneas e superficiais está relacionada às fontes industriais e agrícolas. A variedade é enorme, com destaque para os agrotóxicos, compostos orgânicos voláteis e metais (HU; KIM, 1994).

A procura por maior produtividade no meio agrícola tem levado ao consumo inadequado de produtos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos, implicando em sérios problemas para a qualidade e quantidade das águas superficiais (TELLES, 2002; MILHOME et al., 2009). Em água subterrânea estes compostos são considerados uma ameaça potencial à qualidade deste manancial, principalmente quando os aquíferos estão localizados ou próximos de uma região utilizada para atividades agrícolas (SÁ BARRETO, 2006). O monitoramento de parâmetros de qualidade da água constitui-se em ferramenta básica para avaliar alterações ambientais causadas pela ação antrópica (MOLOZZIET al., 2006).

Considera-se água subterrânea toda água que se encontra abaixo da superfície terrestre, estando intimamente ligada com as águas superficiais, sendo resultante do processo lento de infiltração das águas das chuvas que preenchem os poros e interstícios do solo, formando os aquíferos (LIBÂNIO, 2005). A captação de água subterrânea pode ser feita por poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes (BRASIL, 2006). No meio rural, os poços rasos e nascentes são as principais fontes de abastecimento de água e bastantes susceptíveis à contaminação (RIGOBELLO et al, 2009). Tal problema ocorre, na maioria dos casos, pela inexistência de redes coletoras de esgoto levando ao emprego de fossas negras e pela inadequada escavação e revestimento dos poços (LIBÂNIO, 2005).

Os poços rasos, conhecidos também como manuais ou freáticos, são escavações manuais ou mecânicas, de seção cilíndrica, com diâmetro variável (alguns centímetros até metros) cujas profundidades são definidas pelos níveis de água dos respectivos aquíferos. Em função das suas pequenas profundidades e da natureza das áreas onde são construídos, os poços rasos contribuem para a poluição do aquífero freático (HELLER e PÁDUA, 2006). Este trabalho objetivou monitorar a condutividade elétrica e o pH e quantificar relação de adsorção de sódio (RAS) nas águas dos poços das comunidades Bezerras e Várzea comprida dos Oliveiras, município de Pombal-PB.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho de campo foi desenvolvido no município de Pombal-PB, por meio de visitas feitas nas comunidades Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerra as quais trabalham com a produção de hortaliças irrigadas com

água subterrânea de poços tubulares na região, onde foram coletadas 18 amostras de água. A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, sendo a primeira delas um reconhecimento da área de estudo. Na segunda etapa, foi feito um reconhecimento através de visitas in loco por parte dos produtores na comunidade, na qual foi feito também levantamento dos poços artesanais existentes na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras e da comunidade Bezerra e levantamento das culturas agrícolas desenvolvidas na região e os agrotóxicos utilizados. A terceira etapa foi realizada através do georreferenciamento e definição dos poços tubulares e na quarta etapa foi feito o monitoramento das águas subterrâneas dos poços estudados.

A área em estudo está localizada na Mesorregião do Sertão e Microrregião Homogênea de Sousa, no Estado da Paraíba, situado na região nordeste do Brasil. O estudo foi desenvolvido na comunidade Várzea Comprida dos Oliveiras, localizada na zona rural a 11 km do município de Pombal - PB. A comunidade está situada na mesorregião do Sertão Paraibano e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 6° 45' 23" S e longitude 37° 51' 49" O. Google Earth (2012). A escolha da área de pesquisa deveu-se a comunidade apresentar um grande potencial de produção de hortaliças, e por mantêm uma forma de vida voltada ao uso dos recursos naturais e das práticas de cultivos orgânicos das hortaliças, também pela sua marca histórica e referências dos seus moradores, bem como pela facilidade de acesso à mesma.

Das duas comunidades estudadas Várzea Comprida dos Oliveiras e Bezerra, soma-se um total de 18 (dezoito) poços tubulares, na qual a primeira consta com 11 (onze) poços e a outra com 07 (sete). Os pontos de coleta de água foram georreferenciados através do aparelho de GPS e transferidos para localização em mapa com os dados de localização geográfica, que permitiu a obtenção dos pontos com latitude e longitude em projeção UTM (Universal Transversa de Mercator).

As amostras de água foram coletadas em fonte natural; em poços tubulares, no período de seca do ano de 11/2013 - 05/2014. Nas comunidades em estudo foram contatados os Agricultores e Presidente da Associação de Produtores Rurais, ou outra pessoa com conhecimento da área para ajudar no reconhecimento do local. As amostras foram coletadas com coletor tipo: garrafa pet de plástico, com diâmetro de 10 e comprimento de 22 mm.

As águas foram acondicionadas em garrafas plásticas, previamente lavadas e enxaguadas no momento da coleta, as quais foram totalmente cheias, vedadas e etiquetadas com número de identificação, nome da comunidade e tipo de fonte a qual pertenciam.

Todos os procedimentos de coleta, preparo dos frascos de coleta, transporte e acondicionamento das amostras destinadas as análises físico-químicas seguirão as recomendações do "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20TH ed." (APHA, 1998).

As amostras serão acondicionadas em caixas de isopor e preservadas em gelo até a chegada ao Laboratório de Análise de Solo e Água, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPB-Sousa). As coletas foram realizadas sempre período da manhã, sempre no mesmo ponto de referência (fonte de água). Coletou sempre 100 mL da amostra em frasco para análise in loco e outro frasco de 2 litros para análise em laboratório, previamente preparados.

Nas amostras coletadas foram analisados: pH, CE e RAS. O pH foi determinado pelo pHmetro, a CE pelo condutivímetro e a RAS pelo cálculo de  $Na^+/CTC$ .

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Verificou-se que um aumento do pH das águas dos poços da comunidade Bezerra (Figura 22) entre 27/12/2013 e 07/02/2014, sendo os poços B e A apresentaram os maiores valores (8,16 e 7,8) respectivamente (Figura 1). Águas com valores altos de pH podem prejudicar os sistemas de irrigação, pois os sais nesse pH acabam precipitando na água, causando obstruções nas tubulações e entupimentos nos bicos e emissores. Os poços C, D, E, F e G também apresentaram o mesmo comportamento dos poços A e B (Figura 1), com acréscimo dos valores até a respectiva data (07/02/2014).

Estes valores estão bem próximos do aos observados por Fernandes e Santiago (2001), que foram 6,7 e 7,13. Apesar da maioria das águas possuírem pH pouco acima de 7,0, sabendo que o mesmo foi medido na saída da bomba, quando do sistema de irrigação, com o sistema parado, o mesmo tende a aumentar, fazendo com que o ISL aumente, consequentemente a solubilidade dos carbonatos diminui e pode ocorrer mais facilmente a precipitação e posterior

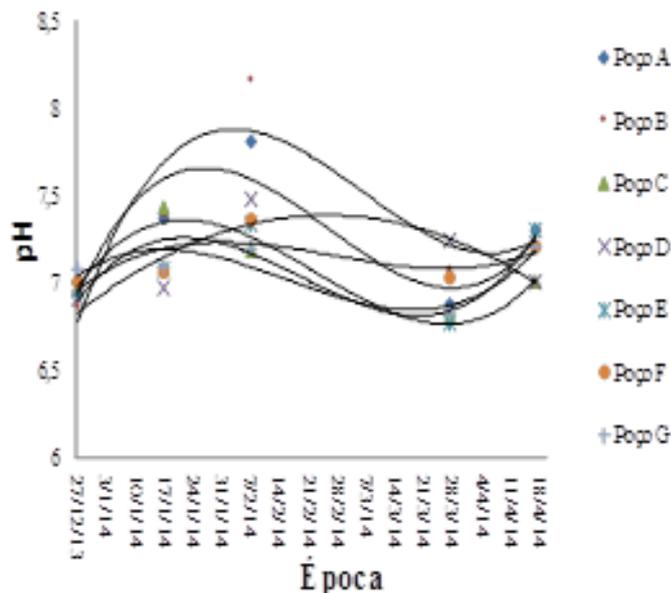
obstruções de emissores, fato que confirma o escrito por, Egreja Filho et al., (1999) e Medeiros (2003)

As águas dos poços da comunidade de várzea comprida dos Oliveiras apresentaram tendências semelhantes conforme a figura 2, com um pequeno acréscimo seguido de uma redução nos resultados, entre 26/12/2013 a 06/02/2014. Os valores de pH variaram de 5,23 no poço D no dia 06/02/2014 a 7,73 no poço A no 16/01/2014. Medeiros et al. (2003) avaliando o pH em dez poços entre os municípios de Mossoró-RN e Baraúna-RN, observaram um pH abaixo de 7.

Já Lima et al., (2007) trabalhando com mamona, utilizou uma água de poço próximo a Mossoró-RN, que apresentou o resultado de pH igual a 7,3 (pH 1:2,5). Rocha (2008) estudando a qualidade das águas de poços tubulares da bacia do Rio do peixe, encontrou valores de pH variando de 6,85 a 8,27. Em um trabalho realizado por Alencar (2007) no polo agrícola de Mossoró-RN (Pau Branco, Califórnia, Gangorra, Posto fiscal) e Baraúna (Poço Baraúna, Catiguinha e Olho D'água da Escada), notou resultados que estão na faixa de 6,33 a 7,36.

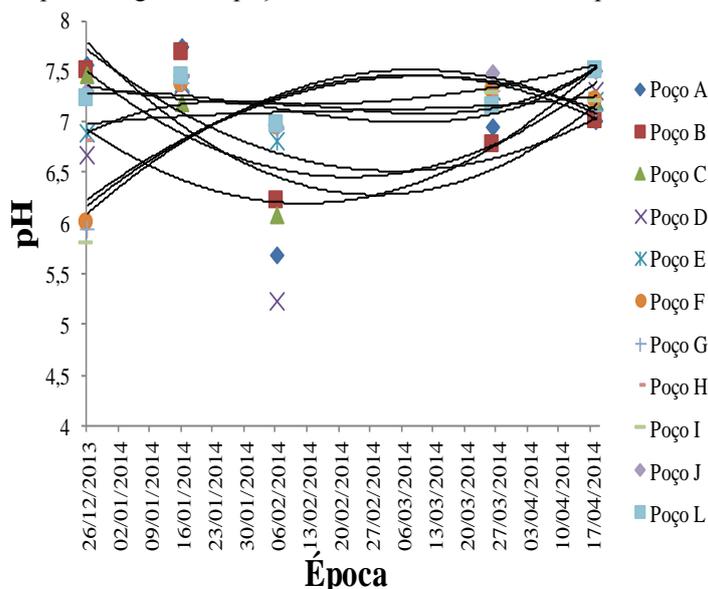
Resultados semelhantes foram verificados por Oliveira e Maia (1998), com valores de pH 6,9 a 7,6, com o poço da cidade de Governador apresentando 8,2.

**Figura 1:** pH das águas dos poços da comunidade Bezerra



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$6E-06x^3 - 0,7956x^2 + 33174x - 5E+08$	0,7892
Poço B	$6E-06x^3 - 0,7357x^2 + 30681x - 4E+08$	0,7762
Poço C	$5E-06x^3 - 0,5815x^2 + 24243x - 3E+08$	0,9304
Poço D	$-0,0002x^2 + 12,658x - 263877$	0,732
Poço E	$5E-06x^3 - 0,6131x^2 + 25559x - 4E+08$	0,7069
Poço F	$2E-06x^3 - 0,2402x^2 + 10016x - 1E+08$	0,5397
Poço G	$2E-06x^3 - 0,2402x^2 + 10016x - 1E+08$	0,5397

Figura 2: pH das águas dos poços da comunidade várzea comprida dos Oliveiras



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$0,0004x^2 - 30,823x + 642623$	0,4419
Poço B	$0,0003x^2 - 21,524x + 448797$	0,5393
Poço C	$0,0003x^2 - 25,751x + 536810$	0,5784
Poço D	$0,0003x^2 - 26,427x + 550767$	0,3216
Poço E	7,3	
Poço F	$-0,0002x^2 + 18,415x - 384017$	0,6634
Poço G	$-0,0003x^2 + 20,938x - 436616$	0,6474
Poço H	$3E-06x^3 - 0,3931x^2 + 16387x - 2E+08$	0,6067
Poço I	$-0,0003x^2 + 22,371x - 466505$	0,633
Poço J	$9E-05x^2 - 7,2567x + 151235$	0,4289
Poço L	$2E-06x^3 - 0,2892x^2 + 12052x - 2E+08$	0,6591

A figura 3 revela o monitoramento da condutividade elétrica da água (CE) nos poços da comunidade de Bezerra, com comportamento semelhante ao do pH, com aumento da CE até o dia 07/02/2014 e uma redução partir desta data na maioria dos poços, mostrando que há uma relação entre as duas variáveis.

Observou-se que o poço apresentou os maiores valores de CE, variando de 0,66 a 0,92 dS m<sup>-1</sup>, seguindo pelos poços G e D, que apresentaram resultados de 0,57, 0,55 e 0,87 e 0,88 dS.m<sup>-1</sup>.

Essa tendência coincidiu com o período das chuvas na região que vai de fevereiro a abril. Segundo a informação apresentada pela figura 25, os valores de condutividade elétrica da maioria dos poços da comunidade várzea comprida da Oliveira apresentaram uma redução a partir de 06/02/2014, com isso, podemos observar o efeito das chuvas na redução da condutividade elétrica da água, como já foi verificado com os poços da comunidade de Bezerra.

Com o aumento da precipitação pluviométrica há uma recarga na quantidade de água nos poços, assim os sais presentes nas águas são diluídos com o aumento do volume da água no poço. O poço I apresentou um comportamento diferente, com um aumento entre 26/12/2013 a 16/01/2014 (0,67 a 0,85 dS m<sup>-1</sup>) respectivamente, seguido de uma redução

até 06/02/2014 (0,73 dS m<sup>-1</sup>), mantendo os valores constantes, e uma redução a partir de 26/03/2014 (0,6 dS m<sup>-1</sup>).

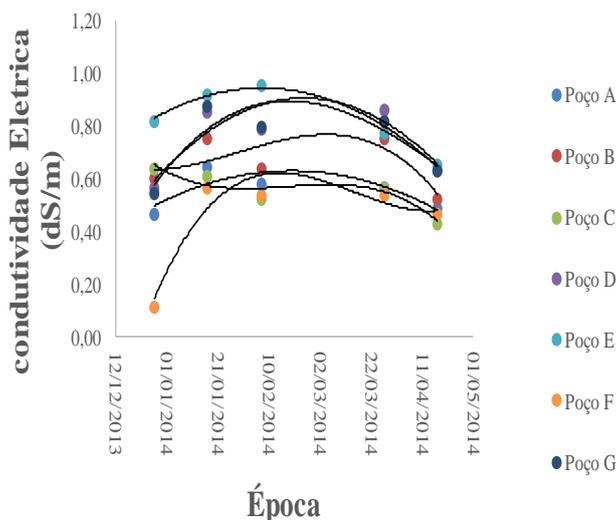
Verifica-se que que as águas dos poços estão classificados com salinidade moderada (0,7 a 3,0 dS m<sup>-1</sup>) (AYERS; WESTCOT, 1985).

A intensa evapotranspiração no semiárido brasileiro, muitas vezes, maior que as precipitações anuais, têm comprometido a qualidade das águas dos reservatórios (SILVA et al., 2004), elevando a concentrações de sais nas águas superficiais.

Medeiros et al., (2003) observaram CEs 1,17 a 2,98 dS m<sup>-1</sup> em diferentes poços na região de Mossoró – Barauna-RN, semelhantemente, Oliveira e Maia (1998) observando a condutividade elétrica de poços de cidade do oeste potiguar, pode observar valores variando de 0,9 dS m<sup>-1</sup> em Ipanguaçu a 4,0 dS m<sup>-1</sup> em Grossos, resultado esse que pode ter sido influenciado pela aproximação dos poços ao mar. Andrade Junior et al., (2006) avaliando a qualidade da água de 225 poços na região semiárida do estado do Piauí no período de estiagem (estação seca), notaram que os maiores valores de CE estão presentes na porção leste da área estudada

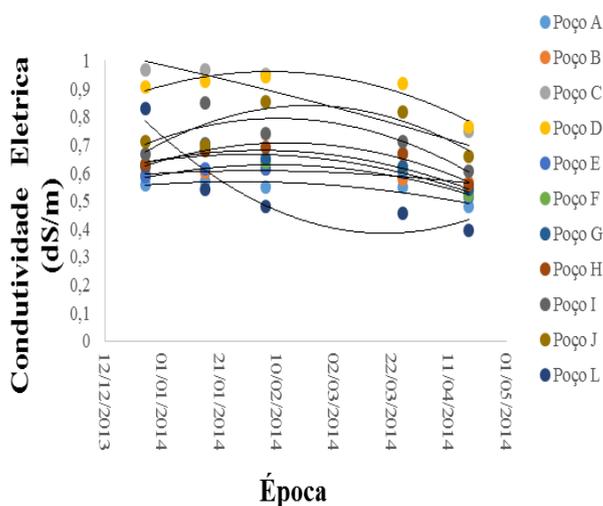
Santiago et al. (1999), em estudo realizado em Picos, encontraram valores de 2,5 dS m<sup>-1</sup> a 25°C, evidenciando que essas águas têm restrição para as atividades agrícolas, em virtude do risco de salinização dos solos.

Figura 3: Condutividade elétrica da água de poços da comunidade Bezerras



Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-5E-05x^2 + 3,8051x - 79314$	0,6628
Poço B	$-8E-07x^3 + 0,1017x^2 - 4238,1x + 6E+07$	0,5567
Poço C	$-8E-07x^3 + 0,1057x^2 - 4408x + 6E+07$	0,8665
Poço D	$-9E-05x^2 + 7,5827x - 158074$	0,7595
Poço E	$-6E-05x^2 + 5,3133x - 110721$	0,9845
Poço F	$1E-06x^3 - 0,1817x^2 + 7580,5x - 1E+08$	0,9053
Poço G	$4E-07x^3 - 0,0494x^2 + 2065,2x - 3E+07$	0,7611

Figura 4: Condutividade elétrica das águas dos poços da comunidade Várzea comprida dos Oliveiras

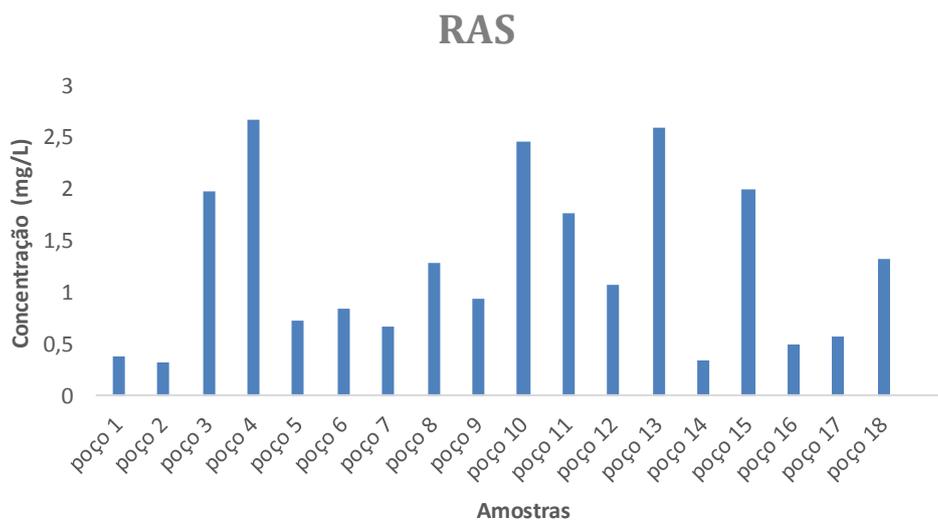


Tratamentos	Equações	R <sup>2</sup>
Poço A	$-1E-05x^2 + 0,9987x - 20805$	0,823
Poço B	$-8E-06x^2 + 0,6637x - 13829$	0,9151
Poço C	$-4E-06x^2 + 0,2917x - 6025,1$	0,8052
Poço D	$-4E-05x^2 + 3,0374x - 63295$	0,8825
Poço E	$-2E-05x^2 + 1,9062x - 39724$	0,891
Poço F	$-2E-05x^2 + 1,8803x - 39176$	0,8813
Poço G	$-3E-05x^2 + 2,1981x - 45803$	0,8462
Poço H	$-3E-05x^2 + 2,8396x - 59181$	0,9418
Poço I	$-4E-05x^2 + 3,5862x - 74736$	0,6615
Poço J	$5E-05x^2 + 4,2734x - 89081$	0,6701
Poço L	$6E-05x^2 - 4,7914x + 99944$	0,8897

RAS (relação adsorção de sódio) apresentou os maiores valores nos poços 4 e 10 e 11, com 2,76 e 2,46 mg L<sup>-1</sup> respectivamente (figura 32U). Resultados semelhantes foram encontrados por Medeiros et al., (2003), onde observaram valores de 2,31 a 2,43 mg L<sup>-1</sup>. Alencar (2007) observou que os poços da localidade de Gangorra apresentou os maiores valores médios na 1ª e na 4ª leituras, que foram de 7,21 e 4,74 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, e a localidade de Baraúna, os menores valores médios, que foram de 1,09 e 1,37 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

A sodicidade determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (PIZARRO, 1985). É de grande importância o controle criterioso da água usada na irrigação, principalmente quando de baixa condutividade elétrica (CE) e relações de adsorção de sódio (RAS) mais elevada, o que pode favorecer a dispersão dos colóides. Oliveira e Maia observaram que a RAS 1,6 a 3,5 mg L<sup>-1</sup> nos poços da região de Mossoró-Baraúna.

**Figura 5:** Relação de adsorção sódio (RAS) dos poços das comunidades Bezerra e Várzea comprida dos Oliveiras



## CONCLUSÕES

Houve uma redução da condutividade elétrica das águas a partir de fevereiro, período marcado pelo início das chuvas, demonstrando o efeito da água da chuva na diluição dos sais.

O pH apresentou uma redução nos poços da comunidade de Bezerras entre fevereiro e abril, já boa parte dos poços de várzea comprida apresentou um aumento nesse período.

A relação adsorção de sódio apresentou os maiores valores nos poços 4 (2,67 mg L<sup>-1</sup>) e 13 (2,6 mg L<sup>-1</sup>).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, R. D. **Monitoramento da qualidade da água de poços no calcário jandaíra e restrições na agricultura irrigada.** Mossoró: UFERSA, 2007. 73p. Dissertação de mestrado.
- AYERS, R.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo

humano. Brasília: Ministério da Saúde, 284 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos), 2006.

EGREJA FILHO, F. B.; MAIA, C. E.; MORAIS, E.R.C.. **Método computacional para correção da alcalinidade de águas para fertirrigação.** Revista

Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 415-423, 1999.

FERNANDES, M.A.B., SANTIAGO, M.M.F. **Salinidade das águas subterrâneas no Calcário Jandaíra – Chapada do Apodi.** 2001. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/efnne/xix/programa/res0297.pdf>>. Acesso em: 16/07/2005.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L.de. **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: UFMG, 2006.

HU, H.; KIM, N.K. Drinking-water pollution and human health. In: CHIVIAN, E. et al. (Ed.). *Critical condition: human health and the environment.* 2. Ed. EUA: MIT Press, 1994. p. 31-45.

LIMA, C. B. et al. **Influência da água salina nas características físico-químicas do solo e no**

- desenvolvimento da mamoneira cultivada em vasos.** Revista Caatinga, v. 20, n. 4, p. 136, 2007.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Ed. Átomo –Campinas –SP. 2005.
- MEDEIROS, J.F. de; LISBOA, R. de A.; OLIVEIRA, M. de et al. **Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, set/dez. 2003, vol. 7, n.3, p.469-472.
- MILHOME, M. A. L.; SOUSA, D. O. B.; LIMA, F. A. F.; NASCIMENTO, R. F. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.3, p.363-372, jul./set. 2009.
- MOLOZZIET, J.; PINHEIRO, A.; SILVA, M. R. da Qualidade da água em diferentes estádios de desenvolvimento do arroz irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.9, p.1393-1398, 2006.
- OLIVEIRA, M.; MAIA, C. E. **Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, n.1, p.17-21, jan.-abr., 1998.
- RIGOBELLO, E. C.; MINGATTO, F. H.; TAKAHASHI, L. S.; ÁVILA F. A. de. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da Região de Dracena. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 219-224, abr./jun. 2009.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos.** Madrid: ediciones mundi-prensa, 1985. 542p.
- SÁ BARRETO de, F. M. **Contaminação da água subterrânea por pesticidas enitrato no município de Tianguá, Ceará.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.
- SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; DE JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13, n.3, p.329-338, 2008.
- SANTIAGO, M. M. F.; BATISTA, J. R.; FRISCHKORN, H.; BATISTA, J. R. X, J.; MENDES FILHO, J., SANTIAGO, R. S. **Mudanças na composição química das águas subterrâneas do município de Picos-PI.** In: XIII SIMPÓSIO BRASIEIRO DE RECURSOS HIDRICOS, 1999, Belo Horizonte/MG. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (CD-ROM). ABRH, 1999.
- TELLES, D. D. A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOLSAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.