

## **ANÁLISE DE AGRESSIVIDADE E INCRUSTAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO DE BOA VISTA-PB**

DÉBORA SAMARA CRUZ ROCHA FARIAS \*<sup>1</sup>; SOAHD ARRUDA RACHED FARIAS <sup>2</sup>;  
JOSÉ DANTAS NETO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, debisancruz@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professora do Curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, soahd@deag.ufcg.edu.br

<sup>3</sup> Professor Titular do Curso de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB,  
zedantas1955@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O limitado conhecimento da caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do município de Boa Vista-PB, poderá causar perda de poços devido à deterioração da tubulação, com conseqüente diminuição de sua utilização pela diminuição de sua vazão devido às incrustações, necessitando de uma maior frequência nas manutenções para reparo e substituição de equipamentos ou até mesmo poderá ocorrer à perda do poço impossibilitando seus usos múltiplos. Decorrentes da possibilidade de águas que tenham esta predisposição foram analisados o potencial de incrustação ou corrosão da água subterrânea, na região da cidade de Boa Vista-PB, aplicando-se os Índices de Saturação de Langelier (LSI) e de Estabilidade de Ryznar (RSI). Constatou-se que as águas subterrâneas da região têm comportamento que variam desde balanceado à incrustação muito suave, pelo índice LSI, para os RSI apresentaram valores que vão de incrustação leve à corrosão forte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização Hidroquímica, poços tubulares, incrustações.

### **ANALYSIS OF AGGRESSION AND FOULING THE WATERS GROUNDWATER IN THE AREA OF BOA VISTA-PB**

**ABSTRACT:** The limited knowledge of the characterization hydrochemistry of groundwater in the city of Boa Vista-PB, may cause loss of wells due to deterioration of pipe, with a consequent decrease in their use for the reduction of its flow due to fouling, requiring a higher frequency during maintenance for repair and replacement of equipment or even may occur the loss of the well preventing its multiple uses. From the possibility of water having this predisposition analyzed the potential for fouling and corrosion of underground water in the region of the city of Boa Vista-PB, applying the Langelier Saturation Index (LSI) and Ryznar Stability (RSI). It was found that groundwater in the area have behavior ranging from balanced to very soft inlay, the LSI index for the RSI showed values ranging from mild to strong fouling corrosion.

**KEYWORDS:** characterization hydrochemistry, Tubular wells, Buildup

### **INTRODUÇÃO:**

O limitado conhecimento da caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do município de Boa Vista-PB, poderá causar perda de poços devido à deterioração da tubulação, com conseqüente diminuição de sua utilização pela diminuição de sua vazão devido às incrustações, necessitando de uma maior frequência nas manutenções para reparo e substituição de equipamentos ou até mesmo poderá ocorrer à perda do poço impossibilitando seus usos múltiplos.

Uma das alternativas para atender o consumo humano provém das águas subterrâneas que são relativamente menos susceptíveis aos poluentes antrópicos e possuem melhor qualidade, devido ser, na grande maioria, originárias de águas de chuvas, que se infiltram nos solos e rochas, até atingirem um aquífero poroso ou fissural e ficarem disponíveis para serem exploradas segundo Cavazzana (2012).

A intensidade das corrosões e incrustações varia de acordo com a composição e características hidroquímicas da água e das condições operacionais do poço, como velocidade de circulação da água nos filtros e variação de pressão (Custodio e Llamas, 1976). Os parâmetros mais utilizados para quantificação dessas características são o Índice de Langelier e o Índice de Ryznar. Estes índices não indicam a potabilidade das águas subterrâneas, mas poderá orientar quanto ao material que será utilizado na obra. Segundo a Companhia de Desenvolvimento dos Recursos Minerais da Paraíba (CDRM) no ano de 2011 o órgão perfurou e instalou 310 poços, em 2012 foram 195, no ano de 2013 foram 395 e 2014 ao todo 685 poços em toda a Paraíba. Mesmo no cristalino do semiárido nordestino brasileiro, onde a produtividade dos poços apresenta vazões muito baixas (comumente inferiores a 3 m<sup>3</sup> /h) e a água possui elevada salinidade, em muitas pequenas comunidades esses poços constituem a única fonte de abastecimento disponível (PNRH, 2006).

Com a intensificação da perfuração de poços na região de Boa Vista-PB faz-se necessário à análise dessas águas quanto ao poder de incrustação e corrosão que elas possuem. Decorrentes da possibilidade de águas que tenham esta predisposição foram analisados o potencial de incrustação ou corrosão da água subterrânea, na região da cidade de Boa Vista-PB, aplicando-se os Índices de Saturação de Langelier (LSI) e de Estabilidade de Ryznar (RSI).

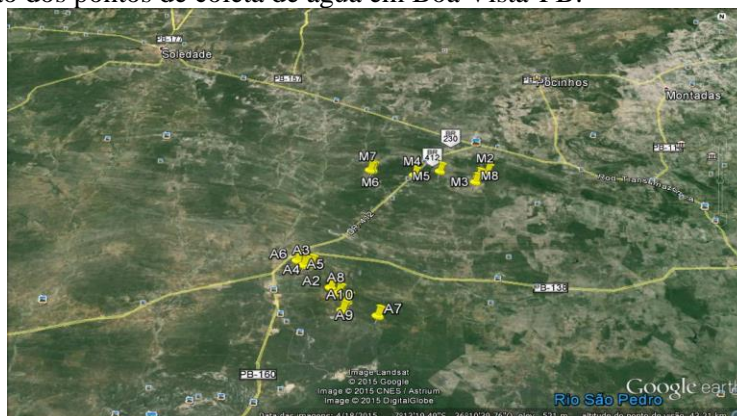
## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo teve como campo de investigação o município de Boa Vista, totalizando uma área de 446,30 Km<sup>2</sup>, localizada entre as coordenadas de latitudes 7°09'03,7" e 7°22'19,7" de latitude sul 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 é de 416 mm/ano (AESA, 2015).

A pesquisa foi realizada na região do município de Boa Vista-PB, nas comunidades de Malhadinha, Farinha, Bravo, São Joãozinho, Roçado do Mato região semiárido nordestino, durante o período seco do ano, para obter as distorções decorrentes da alta concentração de sais na água, devido à elevada taxa de evaporação ocorrida nesse período, através da coleta de amostras de água subterrânea.

Foram coletas 17 amostras de água em poços subterrâneos da região de Boa Vista, sendo esses poços distribuídos nas comunidades rurais de Lajes, Santo Antônio, Roçado do mato, Rabicha, Olho d'água, Parque Ivel e Mônica. Durante as coletas, foi elaborada uma ficha de campo onde constou de data, número de registro geral, informações do local de coleta da amostra de água, nome do proprietário, latitude, longitude, altitude, tipo de fonte e principais fins. As análises de água foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Drenagem, pertencente à UAEEA/UFCG, na cidade de Campina Grande, PB. Na Figura 1, é mostrada a localização dos 17 poços tubulares analisados.

Figura 1. Localização dos pontos de coleta de água em Boa Vista-PB.



O cálculo é feito tomando-se a diferença entre o pH medido da água e o pHe (Equação 1), quando esta mesma água apresenta-se saturada com CaCO<sub>3</sub> ou em equilíbrio (pHe), parâmetro obtido pela relação entre os coeficientes A, B, C e D (Equação 2), determinados pelas respectivas Equações 3, 4, 5 e 6, sendo a interpretação dos resultados conforme apresentado na Tabela 1.

$$\text{LSI} = \text{pH} - \text{pHe} \text{ (Equação 1)}$$

$$\text{pHe} = (9,3 + A + B) - (C + D) \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

$$A = (\text{Log}_{10}[\text{STD}] - 1)/10 \text{ (Equação 3)}$$

$$B = [-13,12 \cdot \text{Log}_{10}(T + 273)] + 34,55 \text{ (Equação 4)}$$

$$C = \text{Log}_{10}[\text{Ca}^{2+}] - 0,4 \text{ (Equação 5)}$$

$$D = \text{Log}_{10}[\text{Alcalinidade}] \text{ (Equação 6)}$$

NOTAS: STD = Total de sólidos dissolvidos (mg/L);

Ca<sup>2+</sup> = Concentração de Cálcio;

T = Temperatura em °C.

Índice de Saturação de Langelier (LSI)

$$\text{LSI} = \text{pH} - \text{pHe}$$

Pelo Índice de Langelier (1946, *apud* Grades, 2004), o valor negativo do LSI corresponde ao caráter agressivo das águas, ou seja, tendência de corrosão. Se for positivo, corresponde ao caráter incrustante das águas, podendo formar precipitados e causar obstruções nos equipamentos. Nesse caso há a supersaturação de Carbonato de cálcio. Quando o LSI é nulo a água nem incrustante e nem agressiva. Grades (2004) propõe uma classificação detalhada dos valores do LSI (Tabela 1).

Índice de Estabilidade de Ryznar (RSI)

$$\text{RSI} = 2 \times \text{pHe} - \text{pH}$$

A severidade da corrosão ou precipitação pode ser classificada também pelo Índice de Ryznar (1944, *apud* Grades, 2004). Segundo Grades (2004) o intervalo dos valores de RSI é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1 Classificação dos valores do LSI e do RSI, adaptado de Grades (2004).**

Valor LSI	Indicação	Valor de RSI	Indicação
>4	Incrustação severa	>4	Incrustação severa
3 a 4	Incrustação moderada	4 a 5	Incrustação forte
1 a 3	Incrustação suave	5 a 6	Incrustação leve
0,5 a 1	Incrustação muito suave	6 a 7	Balanceado
-0,5 a 0,5	Balanceado	7 a 7,5	Corrosão moderada
-2 a -0,5	Corrosão suave	7,5 a 9	Corrosão forte
-5 a -2	Corrosão moderada	>9	Corrosão severa
< -5	Corrosão severa		

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos resultados analíticos físico-químicos, foram aplicadas as fórmulas dos Índices de Langelier (LSI) e Ryznar (RSI), verificando qual a tendência de comportamento das águas subterrâneas de Boa Vista-PB frente ao caráter de corrosão ou incrustação. Pelos resultados obtidos, 29,41% das águas têm características balanceada, 41,18% incrustação muito suave e 5,88% de incrustação suave pelo índice LSI e apenas 11,76% dos poços possuem água com corrosão suave, enquanto para o índice RSI, resultou em 47,06% dos poços com corrosão forte, 11,76% com corrosão moderada, 35,29% balanceada e 5,88% de incrustação leve. Comparando os dois resultados, verifica-se que o Índice de Langelier é o mais representativo.

O que difere dos valores encontrados por Cavazzana et al., (2012) que determinaram os índices de Langelier e de Ryznar para a água de poços tubulares em Campo Grande, onde foi observada a predominância de corrosividade. Pelos resultados obtidos, 65% das águas foram caracterizadas com corrosão leve pelo índice LSI e apenas 4% dos poços possuem água com corrosão severa, enquanto para o índice RSI, resultou em 98% dos poços com corrosão severa.

Os Índices de Saturação de Langelier (LSI) e de Estabilidade de Ryznar (RSI) são de extrema importância, pois é uma ferramenta de baixo custo na gestão dos sistemas de abastecimento de água, com captação por meio de poços tubulares, podendo auxiliar na escolha dos materiais e equipamentos utilizados nas obras.

Segundo Lastoria et al., (2013) os parâmetros (LSI) e (RSI) não estejam presentes nas normas brasileiras de potabilidade e qualidade das águas subterrâneas, a capacidade de corrosão e incrustação da água explotada pode levar a perdas de investimento, como a diminuição da vazão devido às incrustações, ou até mesmo a inutilização de poços. O conhecimento e monitoramento da hidroquímica dessas águas podem direcionar para medidas e procedimentos que minimizem esses problemas, auxiliando na locação, projeto, especificação e manutenção preventiva dos poços tubulares e dos equipamentos.

## **CONCLUSÃO**

Constatou-se que as águas subterrâneas da região têm comportamento que variam desde balanceado à incrustação muito suave, pelo índice LSI, para os RSI apresentaram valores que vão de incrustação leve à corrosão forte.

## **AGRADECIMENTOS**

A Capes pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

## **REFERÊNCIAS**

- AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, acessado em <<http://geo.aesa.pb.gov.br/> e <http://www.aesa.pb.gov.br/> > em set 2015.
- Cavazzana, G. H.; Lastoria, G.; Gabas, S. G.; Bezerra, C.M.P. 2012. Análise de agressividade e incrustação das águas subterrâneas na região urbana de Campo Grande – MS. Águas Subterrâneas (São Paulo), v. 26, p. 83-97,
- CDRM- Companhia de Desenvolvimento dos Recursos Minerais da Paraíba. 2016
- Custódio, E.; Llamas, M. R. Hidrologia Subterrânea. Barcelona: Omega, 1976
- Grades, E. des A. Modelling and simulation of CO2 release in multiple-effect distillers for seawater desalination. jordanien, Dissertation (Doktor-Ingenieur). Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg in Tafilah, p 78-84, 2004.
- Lastoria, G. Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, p.133, 2002.
- Lastoria, G.; Gabas, S. G .; Souza, A.; Cavazzana, G. H. Uso do Índice de Estabilidade na Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água Com Captação Subterrânea. Anais do 13º Simpósio de Geologia da Amazônia Belém – 22 a 26 de setembro de p. 565-567, 2013.
- PNRH - PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2006. Panorama e o Estado dos Recursos Hídricos do Brasil - volume 1. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.