

# ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS EM AGUAS SUBTERRÂNEAS EM REGIÕES CRISTALINAS E SEDIMENTARES

João Igor da Rocha Leitão<sup>1</sup>; Fernando José Araújo da Silva<sup>2</sup>;  
João Roberto Façanha de Almeida<sup>3</sup>; José Vidal de Figueiredo<sup>3</sup>;  
Bruno e Silva Ursulino<sup>4</sup>; Charleston de Oliveira Bezerra<sup>4</sup>

**Resumo** – Existe a necessidade de um enquadramento satisfatório da água subterrânea objetivando assegurar a qualidade dos recursos compatíveis com a sua utilização. Entretanto, esta tarefa é dispendiosa devido à variação da qualidade da água conforme o período do ano e a ocorrência de precipitações. A Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005 enquadra a água em diversas classes conforme o uso e a salinidade. Observa-se que a salinidade, que é uma medida da concentração de sais dissolvidos, é função de diversos fatores podendo-se destacar a ocorrência de precipitações e a formação geológica da região como fortes influenciadores. Entretanto, não tem-se certeza de como estas variáveis influenciam a salinidade das águas subterrâneas. Utilizando a correlação de Pearson ( $\rho$ ) é possível inferir se a salinidade e a pluviosidade são relacionadas positivamente ou negativamente em formações cristalinas ou sedimentares. Feita esta análise busca-se prever com mais exatidão o comportamento da qualidade da água subterrânea em períodos de seca ou de elevada pluviosidades facilitando a gestão dos recursos subterrâneos.

**Palavras-chave:** Correlação de Pearson, Pluviometria, Salinidade.

**Abstract** – There is need for a satisfactory background of groundwater in order to assure the quality of compatible features to their use. However, this task is costly due to changes in water quality as the time of year and the occurrence of rainfall. CONAMA Resolution no. 357, of 17 march 2005 falls the water in several classes based on usage and salinity. It is observed that the salinity which is a measure of the concentration of dissolved salts, is a function of several factors may be noted the occurrence of precipitations and the geological formation region as strong influencers.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Civil – Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977 – Fortaleza - CE

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará – Av. Mister Hull, 2977 – Fortaleza - CE

<sup>3</sup> Professor Efetivo do Instituto Federal do Ceará – Campus Juazeiro do Norte. Av. Plácido A. Castelo, 1646 – Juazeiro do Norte - CE

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Ambiental – IFCE, Campus Juazeiro do Norte. Av. Plácido A. Castelo, 1646 – Juazeiro do Norte - CE

However, there has been certain how these variables influence the salinity of groundwater. Using Pearson's correlation ( $\rho$ ) is possible to infer the salinity and rainfall are positively or negatively related in crystalline or sedimentary formations. Made this analysis seeks to predict more accurately the behavior of groundwater quality in periods of drought or high rainfall facilitating the management of groundwater resources. Therefore, there is a need to implement public policies of preservation and protection of the aquifer around these areas.

**Keywords:** Pearson's correlation, Rainfall, Salinity.

## 1 – INTRODUÇÃO

Frente a escassez de recursos hídricos superficiais recorrentes de anos de estiagem buscam-se fontes estratégicas de água. A água subterrânea já é extensamente utilizada em território nacional, estima-se que o Brasil possui cerca de 400.000 poços e que cerca de 15,6% de todos os domicílios utilizam exclusivamente água subterrânea (ANA, 2007). A qualidade da água subterrânea deve ser compatível com a sua utilização. Entretanto, existem intempéries ambientais, tais como regime irregulares de chuvas, que contribuem para a variação da qualidade da água e não tem-se certeza da sua resposta frente as precipitações (Daeryong *et al.*, 2013).

Direcionando o estudo para o Estado do Ceará, onde grande parte do território está localizado sobre um embasamento cristalino e o restante sobre uma cobertura sedimentar. Busca-se através de uma análise sucinta dos municípios que compõem estas regiões, com características hidrológicas peculiares, obter um perfil do comportamento da qualidade da água em períodos de pluviometria elevada, geralmente, a primeira metade do ano. Inferindo este comportamento será possível prever a qualidade das águas subterrâneas frente a quadros de alta pluviosidade e escassez.

## 2 – METODOLOGIA

Os dados de monitoramento de água subterrânea que foram cedidos, cordialmente, pela CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CE) foram organizados em aquíferos localizados em municípios sobre um embasamento cristalino ou cobertura sedimentar. Foi calculado o montante pluviométrica de janeiro até agosto através dos dados cedidos pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) para cada posto pluviométrico. Para cada município relacionou-se a pluviometria

montante média e a média dos resíduos sólidos de todos os postos pertencentes a um município e através deste procedimento chegou-se a um valor de pluviometria e resíduos sólidos que representa o município.

Organizados os valores de resíduos sólidos médios e pluviometria montante média para os municípios monitorados dividiu-se estes dados em aquíferos localizados sobre um hidrogeologia cristalina e sedimentar. Estes dados foram analisados utilizando os recursos estatísticos Coeficiente de Variação (C.V.) que avalia o grau de dispersão dos dados e a Correlação de Pearson ( $\rho$ ) analisa o comportamento de dois conjunto de dados. Os valores de  $\rho$  variam de +1,0 a -1,0 onde o significado depende do valor no qual  $\rho$  assume. No intervalo de  $\pm(0,0$  a  $0,3)$  são fracamente correlacionadas;  $\pm(0,3$  a  $0,7)$  são moderadamente correlacionadas e  $\pm(0,7$  a  $1,0)$  são fortemente correlacionadas.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Organizados os municípios em dois grandes grupos em relação aos aquíferos predominantes (sedimentar ou cristalino) calcula-se o C.V. e o  $\rho$  para cada conjunto de dados como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Dados de Pluviometria, Resíduos Secos e Estatísticos.

Município Sedimentar	Precipitação (mm)	R.S. (mg/L)	C.V. (R.S)	Município Cristalino	Precipitação (mm)	R.S. (mg/L)	C.V. (R.S)
Quixeré	354,5	1039,3	0,45	Quixeramobim	237,2	2400,0	0,73
Viçosa do Ceará	491,6	343,0	0,70	Uruoca	387,7	1267,3	1,03
Ubajara	951,5	307,2	0,86	Tejuçuoca	323,0	98,0	0,53
Tianguá	411,4	373,3	0,94	Tauá	317,4	1148,6	0,70
Tabuleiro do Norte	329,4	1469,9	0,64	Tamboril	177,6	1142,6	0,91
São Benedito	587,9	252,9	0,86	Sobral	330,3	1242,0	1,00
Paracuru	797,9	263,3	0,84	Senador Pompeu	495,1	1421,8	0,67
Guaraciaba do Norte	309	315,8	0,96	Santa Quitéria	249,1	1531,0	0,58
Croata	508,7	411,6	0,99	Russas	375,7	4101,0	0,65
Beberibe	335,0	2588,0	1,08	Quixadá	298,9	3776,0	0,84
Barroquinha	635,2	511,8	0,57	Pentecoste	399,0	2380,0	0,49
Barbalha	740,5	162,9	0,48	Paraipaba	878,6	411,5	0,63
Aracati	384,9	2079,0	2,17	Pacoti	805,3	429,6	0,79
Aquiraz	658,8	721,2	1,02	Pacajus	435,5	628,2	0,78
Acaraú	632,9	385,7	0,79	Nova Russas	313,7	869,0	0,70
Correlação de Pearson (Precipitação vs. RS)		-0,55		Correlação de Pearson (Precipitação vs. RS)		-0,35	

A partir da análise dos dados mostrados pela Tabela 1 observa-se que para os aquíferos sedimentares a correlação de Pearson ( $\rho$ ) fornece um valor de correlação moderada negativa (-0,55) entre precipitação e resíduos sólidos. Ou seja, um aumento da pluviometria implica numa diminuição dos resíduos secos dissolvidos no aquífero. Este comportamento mostra um efeito diluidor acentuado neste tipo de formação rochosa. Já a análise do C.V. mostra moderada dispersão de dados. Logo, conclui-se que os poços não possuem interconexões hidráulicas.

Os municípios localizados sobre o embasamento cristalino possuem uma correlação de Pearson ( $\rho$ ) moderadamente correlacionada (-0,35). Ou seja, um aumento da pluviometria implica numa diminuição dos resíduos secos das águas subterrâneas. Entretanto, este efeito é bem menos acentuado do que nos aquíferos sedimentares. Sabe-se que os aquíferos cristalinos possuem elevada salinidade.

#### **4. CONCLUSÕES**

De um modo geral, as precipitações observadas no período estudado contribuem para uma diminuição da concentração de resíduos secos das águas subterrâneas, entretanto, observou-se que este efeito é mais acentuado nos aquíferos sedimentares.

O C.V. comportou-se com maior aleatoriedade nos aquíferos cristalinos, indicando uma menor conectividade hidráulica entre os poços estudados.

#### **5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Agência Nacional das Águas – ANA, Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil – Caderno de Recursos Hídricos. 5º ed. Brasília 2005.
- [2] BRASIL. CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.
- [3] CPRM (Serviço Geológico do Brasil). 2014. Sistema de Informação de águas subterrâneas – SIAGAS. Identificação de poços no Estado do Ceará.
- [4] DAERYONG, P., ASCE, A. M., SONG, Y., ROESNER, L. A., ASCE. P.E., Effect of the Seasonal Rainfall Distribution On Storm-Water Quality Capture Volume Estimation. American Society of Civil Engineers, Illinois, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000204. 2013
- [5] FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia) 2015. Calendário das Chuvas no Estado do Ceará.