

AGRUPAMENTO HIERÁRQUICO AGLOMERATIVO NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE - CEARÁ

Bruno e Silva Ursulino¹; João Roberto Façanha de Almeida²; João Igor da Rocha Leitão³; José Vidal de Figueiredo²; Charleston de Oliveira Bezerra¹

Resumo – Este trabalho visa avaliar a qualidade das águas de 16 poços tubulares usados no abastecimento público do município de Juazeiro do Norte, bem como agrupá-los de acordo com suas características físico-químicas, com a finalidade de identificar as zonas mais afetadas por atividades antrópicas. Com as análises de condutividade elétrica, pH e dos íons Cl^{-1} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Fe^{+3} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} e N-NO_3^{-} , foram formados, através de agrupamento hierárquico aglomerativo, três grupos de águas com características semelhantes entre si. A avaliação da qualidade das águas dos poços amostrados, apresentou cinco pontos com concentrações de nitrato acima de 10 mg de $\text{N-NO}_3^{-}/\text{L}$, sendo maior que o valor máximo permitido para abastecimento humano, conforme a Portaria nº 2.914/2011.

Palavras-chave: Agrupamento Hierárquico, Água Subterrânea, Qualidade da água

Abstract – This article aims to evaluate the water quality of 16 water wells used for public supply on the city of Juazeiro do Norte, and also to sort them accordingly to their physical and chemical characteristics, in order to identify regions more affected by human activities. With the electrical conductivity analysis, pH and the ions Cl^{-1} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Fe^{+3} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} and N-NO_3^{-} , were formed, through hierarchical clustering, three water groups, with similar characteristics. The evaluation of the water quality on the water springs presented before, shown five regions with nitrate concentrations over 10 mg of $\text{N-NO}_3^{-}/\text{L}$, where the higher than the allowed value for human consumption, according to ordinance nº 2.914/2011.

Keywords: Hierarchical Clustering, Groundwater, Water quality

¹ Graduando em Engenharia Ambiental – IFCE, Campus Juazeiro do Norte. Av. Plácido A. Castelo, 1646 – Juazeiro do Norte - CE

² Professor Efetivo do Instituto Federal do Ceará – Campus Juazeiro do Norte. Av. Plácido A. Castelo, 1646 – Juazeiro do Norte - CE

³ Doutorando em Engenharia Civil – Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977 – Fortaleza - CE.

1 – INTRODUÇÃO

O município de Juazeiro do Norte tem como fonte hídrica, direta ou indiretamente, o manancial subterrâneo que representa a única fonte de abastecimento d'água, tanto para a população rural e urbana quanto para o suprimento hídrico de projetos de irrigação, indústria e lazer [1].

Devido o crescimento urbano acelerado, a otimização da agricultura e a diversidade industrial, as águas subterrâneas do município encontram-se vulneráveis à contaminação.

O presente trabalho propõe avaliar a qualidade das águas subterrâneas de um conjunto de poços tubulares utilizados no abastecimento público municipal e, através de um agrupamento hierárquico, visualizar diferentes grupos de qualidade da água de acordo com suas características físico-químicas.

2 – METODOLOGIA

Foram selecionados 16 poços tubulares localizados próximos à margem do riacho dos Macacos (poços PT 01, PT 02, PT 03, PT 06, PT 07, PT 09, PT 10, PT 11, PT 12, PT 13, PT 14, PT 15, PT 17, PT 27, PT 31 e PT 37). As coletas foram realizadas durante os meses de janeiro e fevereiro de 2014, período chuvoso.

Em campo foram medidos os parâmetros: condutividade elétrica, pH e temperatura. A alcalinidade total, cloreto, dureza, ferro, potássio, sódio, sulfato e nitratos foram analisados em laboratório seguindo a metodologia descrita no livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [2].

Com os resultados obtidos, foi elaborada uma análise de agrupamento hierárquico aglomerativo utilizando a distância euclidiana e a técnica hierárquica do método de Ward, conforme [3]. Também foi realizada uma estatística descritiva de todos os parâmetros analisados, incluindo os valores de média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação a fim de comparar com os padrões estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de agrupamento das variáveis analisadas nos poços, representada no dendrograma da Figura 1A, formou três grupos distintos de classificação de águas, sendo o grupo 1 (PT 02, PT 03, PT 09, PT 01 e PT 07) , o grupo 2 (PT 14 e PT 27) e o grupo 3 (PT 17, PT 12, PT 13, PT 15, PT 10, PT 06, PT 11, PT 31 e PT 37).

O grupo 1, classe de águas com menor qualidade, apresentou os maiores valores de concentrações médias dos parâmetros analisados à exceção dos íons K^+ e Fe^{3+} , que não se mostraram significativos para o agrupamento dos poços. Geograficamente, os poços do grupo 1 encontram-se bastante próximos, com exceção do PT 09.

O PT 14 e o PT 17 fazem parte do grupo 2 e apresentaram valores intermediários dos parâmetros de qualidade analisados, com exceção dos íons K^+ e Fe^{3+} .

Já o grupo 3, que agrupou o maior número de poços, apresentou os melhores valores dos parâmetros de qualidade analisados. O PT 12, PT 13 e PT 15 estão localizados próximos entre si (Figura 1B), distanciando-se da zona de acúmulo de esgoto do riacho dos Macacos.

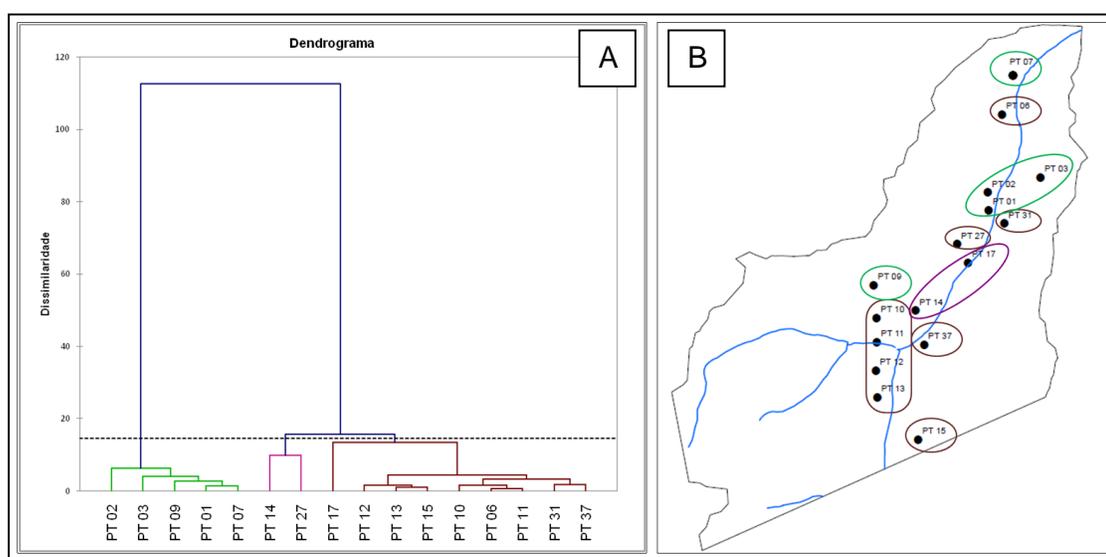


Figura 1. Dendrograma dos parâmetros analisados (A) e localização dos grupos de classificação das águas (B).

A maioria dos parâmetros analisados encontraram-se em conformidade com a Portaria 2.914/2011 para abastecimento humano. No entanto, cinco poços (PT 02, PT 03, PT 07, PT 09 e PT 27) apresentaram valores de nitrato ($mgN-NO_3^-/L$) acima do valor máximo permitido pela Portaria, 10 mg de $N-NO_3^-/L$.

4 – CONCLUSÕES

As águas dos poços do grupo 3, de acordo com o agrupamento hierárquico, apresentaram as maiores concentrações dos parâmetros físico-químicos analisados. Já as águas do grupo 1, maioria dos poços, mostraram-se com qualidade boa.

Cinco poços apresentaram concentrações de nitrato superiores ao valor máximo permitido pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, indicio de poluição por esgoto doméstico. Outra possível indicação de contaminação das águas subterrâneas por esgoto foi observada com os resultados de cloreto, que apesar de estarem dentro dos padrões exigidos para consumo humano, acompanharam os elevados teores de nitrato.

A realização de análises físico-químicas das águas subterrâneas aliada ao agrupamento dos diferentes níveis de qualidade hídrica, mostra-se como uma importante ferramenta para o estudo e a gestão da qualidade da água, uma vez que são evidenciadas as condições reais dos fluxos de contaminação dos mananciais subterrâneos.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] FRANCA, R. M. Diagnóstico sanitário das águas do riacho dos Macacos e de uma bateria de poços nas suas imediações-município de Juazeiro do Norte - Ceará. 2004. 170 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

[2] American Public Health Association – APHA; American Water Works Association – AWWA; Water Environment Federation – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20^a ed. Washington D. C. 2005.

[3] ALMEIDA, J. R. F. Análise estatística multivariada e modelo geoquímico inverso no estudo da qualidade da água subterrânea na bacia do Forquilha em Quixeramobim – Ceará. 2009. 126 fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, 2009.