

ANÁLISE COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PROVENIENTES DE POÇOS TUBULARES DAS MICRORREGIÕES DO CURIMATAÚ E CARIRI PARAIBANO

Henrique Bruno Lima de Oliveira¹; Josenildo Isidro dos Santos Filho¹; Francisco de Assis da Silveira Gonzaga¹; Dwight Rodrigues Soares¹; Edmilson Dantas da Silva Filho¹; Joelson Souza Isidro dos Santos¹; Sarah Lílian de Lima Silva¹; Yvina Beserra de Sousa¹; Wesley Oliveira De Andrade¹

¹Grupo de Pesquisa em Ciências Agrárias e Tecnologia de Alimentos – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Campina Grande-PB, 671 – CEP: 58432-300 – Campina Grande – PB – Brasil, Telefone: (83) 2102-6200. *Autor para correspondências: henriquebruno@gmail.com

Palavras-Chave: água subterrânea 1; poços tubulares 2; hidrogeologia 3

INTRODUÇÃO

De toda água existente na terra, 97,3% é água salgada e apenas 2,7% água doce. 77,20% da água doce se encontra em forma de gelo nas calotas polares, 22,40% estão abaixo da superfície terrestre, designadas como águas subterrâneas, 0,35% se encontra nos lagos e pântanos, 0,04 % se encontra na atmosfera e apenas 0,01% da água doce está nos rios, (DAEE). O Brasil está entre os países com maior disponibilidade de água doce do mundo, com 12% do volume total do planeta, tendo como destaque as águas subterrâneas dos aquíferos Guraní e Alter do Chão.

Tendo em vista a necessidade, requerida pelo o aumento da demanda de água potável para a sobrevivência e desenvolvimento dos seres vivos, produção de alimentos, entre outros fins que são necessários para o bem-estar da população, faz-se necessário à extração de águas subterrâneas em algumas regiões dos estados Brasileiros, principalmente nas regiões mais escassas, como o Nordeste do país.

Esta região sofre com a escassez de água devido a fatores ambientais característicos, como a baixa pluviosidade e irregularidade das chuvas na região, aliadas a estrutura geológica local, que não favorece o acúmulo de água subterrânea de maneira satisfatória. Segundo Santos, Ferreira & Junior (2002), o embasamento onde estão assentados os poços na região do Cariri é formado predominantemente por ortognaisses de composição granodiorítica granítica, subordinadamente tonalítica e migmatitos com mesossoma metamórfico. Devido ao seu posicionamento em zona de alto strain, entre os lineamentos Patos e Malta, tem-se com frequência a ocorrência de faixas miloníticas e as rochas são bastante estiradas e transpostas. Estratigraficamente o Complexo Sertânia encontra-se sobre a unidade anterior expondo rocha metassedimentar, com alguma contribuição metavulcânica máfica, característica do Terreno Alto Moxotó, onde está inserido. Esse terreno tem característica de extenso metamorfismo, estando limitados por várias zonas de cisalhamento. As sobreposições e intrusões são muito confusas, podendo se sobrepor uma a outra. Ao contrário dos metagranitóides Cariris Velhos, esses metagranitóides constituem grandes batólitos, que ocorrem na Paraíba desde a região a norte de Monteiro até São João do Cariri. Trata-se de uma suíte de biotita metagranitóides bandados ou foliados, geralmente migmatíticos, com estruturas *schlieren* ou nebulítica, de mesossoma difuso. Os poços localizados na microrregião do Curimataú situam-se em região dominante do Complexo Serrinha-Pedro Velho e do Grupo Seridó. O Complexo Serrinha-Pedro Velho foi definido por Dantas (1997), para formalizar as unidades litoestratigráficas contidas no Terreno Serrinha-Pedro Velho. Esse terreno possui um padrão litológico distinto dentre os complexos litoestratigráficos paleoproterozóicos do Terreno São José do Campestre, embora sem um claro contraste geocronológico. Sendo formado por ortognaisse tonalítico-trondhjemítico à granítico migmatizado e migmatito. O Grupo Seridó é composto por três unidades litoestratigráficas distintas: Formação Jucurutu, composta por: Biotita-hornblenda gnaisse, biotita gnaisse, muscovita quartzito, calcário cristalino (cc) e rocha calcissilicática; sobreposta pela Formação Equador, composta por: Muscovita quartzito com intercalações locais de metaconglomerado; e Formação Seridó, composta por: Granada-biotita xisto, calcário cristalino, quartzito e rocha calcissilicática que sobrepoem as outras duas (SANTOS, FERREIRA & JUNIOR, 2002).

Gonzaga (2006), observou que em poços perfurados em rochas cristalinas, as águas que estão armazenadas nas fraturas ou foliações das rochas diluem os sais contidos em seus minerais constituintes.

Estando, portanto, o grau de salinidade dessas águas intrinsecamente relacionada ao seu tempo de permanência nas fraturas ou foliações.

Torna-se indispensável o conhecimento geológico da região para que seja possível a análise completa da água subterrânea, como forma de identificar pontos de possíveis acúmulos de determinados elementos que podem influenciar a qualidade da água, visando a finalidade de aplicação deste bem mineral.

O presente trabalho trata de uma análise comparativa, através dos parâmetros químicos, dos resultados obtidos através de análise físico-química das águas subterrâneas, provenientes de poços tubulares das regiões do Curimataú e Cariri paraibano. Através desta informação, pretende-se relacionar a variação dos parâmetros encontrados com a condicionante do embasamento cristalino de cada região de estudo.

METODOLOGIA

Após revisão bibliográfica e identificação de localidades de poços nos arquivos da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Brasil (CDRM), realizou-se duas visitas de campo nas regiões escolhidas para coleta das amostras de água. Foram identificados dez poços de diferentes localidades, estando cinco na microrregião do Curimataú Paraibano, nos municípios de Algodão de Jandaíra, Barra de Santa Rosa e Damião, e cinco localizados na microrregião do Cariri Paraibano, nos municípios de Amparo, Prata e Ouro Velho. Nesta etapa de coletas de amostras em campo, utilizou-se para localização dos poços, mapas da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), GPS modelo Garmin, máquina fotográfica, além de fichas de poços, fornecidos pela CDRM – Campina Grande – PB.

Os poços objetos deste estudo tem como equipamentos de sucção, bombas submersas ou cataventos para bombear a água até a superfície. Para armazenamento das amostras de água foram utilizadas garrafas PET de 2L, devidamente esterilizadas e rotuladas. As análises físico-químicas, realizadas no Laboratório de Química do IFPB *campus* Campina Grande procederam-se a partir da avaliação dos seguintes parâmetros: pH pelo método do potenciométrico, em medidor de pH marca Tecnal – TEC-2; condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), analisadas com condutivímetro portátil (Lutron Modelo CD-4303); alcalinidade (mg/L); cinzas (%); sólidos totais dissolvidos STD (ppm); acidez carbônica (em termos de CaCO_3); dureza total (mg/L); dureza de cálcio e magnésio (mg/L), analisadas pelo método de titulação, e íons cloretos (Cl^-), realizada pelo método de Mohl.

Todas as amostras foram coletadas no mesmo período climático, e analisadas em triplicatas. Após análises, os parâmetros obtidos foram avaliados de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008). Buscando fundamento teórico a respeito da influência do embasamento cristalino na qualidade da água, fez-se necessário utilização de artigos científicos e mapas geológicos das regiões de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados dos parâmetros obtidos através de análises físico-químicas das águas dos poços dos municípios de Algodão de Jandaíra, Barra de Santa Rosa e Damião, localizados na região do Curimataú Paraibano; e Amparo, Prata e Ouro Velho, inseridos na região do Cariri do estado da Paraíba.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros das análises das amostras de águas subterrâneas provenientes de poços tubulares nos municípios de Algodão de Jandaíra (A1), Assentamento Barra de Santa Rosa (B1) e Poço Zona Urbana (C1) e Sítio São Matheus – Damião (D1) e Sítio Tubiba – Damião (E1), regiões do Curimataú Paraibano; e Amparo (A2) e (B2), Prata (C2) e (D2) e Ouro Velho (E2), localizados na região do Cariri do estado da Paraíba.

POÇOS	PARÂMETROS										EMBASAMENTO CRISTALINO	
	Alcalinidade (mg/L)	Acidez Carbônica (mg/L)	STD (ppm)	Cinzas (%)	C. Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cloreto (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Dureza de Cálcio (mg/L)	Dureza de Magnésio (mg/L)	pH		
CURIMATAÚ	A1	80	22,6	6.005	19.879	11.696	6.582	1.212	960	252	7.67	
	B1	85	30	8.690	10.500	4.350	1.949	1.684	1.100	584	7.79	
	C1	125	32	1.362	37.509	6.800	3.099	1.764	490	1.274	7.43	
	D1	65	24	2.749	20.728	5.556	3.800	1.220	828	392	7.53	
	E1	63	26	1.770	6.146	3.533	1.600	2.628	662	1.966	7.97	
	MÉDIA	83,6	26,92	4.115	18.952	6.387	3.406	1.701	808	894	7.67	
CARIRI	A2	79	10	1.012	1.714	681	300	608	356	252	7.54	
	B2	96	10,6	582,3	0.699	1.163	500	404	180	224	8.11	
	C2	91	10	454,2	0,510	908	100	330	156	174	7.61	
	D2	90	10	1.365	3.267	820	850	908	360	548	7.51	
	E2	72	15	432,5	0.477	857	100	292	204	88	7.46	
	MÉDIA	87,17	12,1	1.382,3	1.195	882	333,29	458	220	249	7.75	
V.M.P.	100	>10	1000	-	1000	250	500	-	-	6 – 9,5		

C. Elétrica = Condutividade Elétrica. STD = Sólidos totais dissolvidos; V.M.P. = Valor máximo permitido.

Grupo Seridó: granada-biotita-xisto, quartzito, mármore e rocha calcissilicática.

Complexo Serrinha-Pedro Velho: ortogneisse tonalítico-trondhjemitico e granito migmatizado e migmatito.

Suíte shoshonítica ultrapotássica Triunfo: biotita-hornblenda-piroxênio-alcalifeldspato granito/sienito.

Complexo Serra de Jabiatá: ortogneisse e migmatito tonalítico-granodiorítico.

Complexo Cabaceiras: ortogneisse tonalito-granodiorítico, intercalações de metamáfica.

As **alcalinidades** obtidas através das análises realizadas estão de acordo com o Valor Máximo Permitido (VMP), exceto na amostra (C1) de água coletada no poço na zona urbana do município de Barra de Santa Rosa, a qual apresentou valor igual a 125mg/L, maior que o VMP. O valor superior a 100mg/L apresentado pela amostra analisada tem origem de sólidos dissolvidos sendo os sólidos de origem natural e/ou antropogênica, neste caso a forma de origem natural é a mais provável, o que pode estar associado ao grau de alteração da rocha em que se encontra localizado o poço, através da dissolução de rochas presentes no embasamento em que o poço esta locado, dessa forma a água é considerada imprópria para o consumo humano.

A **Acidez Carbônica** (mg/L) em três amostras do Cariri apresentou valor mínimo, 10 mg/L, amostra (A2), (C2) e (D2), nas outras três amostras o maior valor não passou de 15 mg/L (E2), o que difere das amostras da região do Curimataú no qual todas as análises obtiveram valores entre 22,6 a 32 mg/L, ainda assim todas as amostras apresentaram valores dentro do VMP, >10 mg/L. A Acidez Carbônica está associada de forma natural a sólidos dissolvidos e gases dissolvidos (CO₂, H₂S).

Os **Sólidos Totais Dissolvidos (STD)** em três análises dos poços da região do Cariri apresentaram valor superior ao padrão exigidos pela legislação brasileira, 1.012, amostra (A2) e 1.365 (D2) ppm, no qual o máximo permitido para água potável é 1000 ppm. As outras três amostras do Cariri apresentaram valores dentro do exigido estando entre 432,5 e 582,3 ppm. Em relação aos valores obtidos neste parâmetro nas análises do Curimataú, todas as amostras apresentaram valores superior ao permitido variando de 1.362, 1.770, 2.749, 6.005 e 8.690 ppm. O parâmetro apresenta o valor dos constituintes químicos dissolvidos, presentes nas amostras analisadas.

A **Condutividade Elétrica** ($\mu\text{S}/\text{cm}$) nos poços analisados do Curimataú está acima do limite permitido, 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, os valores obtidos apresentaram valores entre 3.533 (E1) a 11.696 (A1) $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estes valores corroboram com a teoria proposta por Villas & Banderali (2013), “a condutividade elétrica em uma água é representada em sua maioria por sólidos dissolvidos em água”, uma vez que os resultados obtidos no parâmetro de STD estiveram acima do VMP em todas as amostras. Nos poços do Cariri apenas uma amostra analisada apresentou valor superior ao permitido no valor de 1.163 $\mu\text{S}/\text{cm}$, as outras amostras apresentam entre 681 e 908 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo assim, estão de acordo com o VMP. Ainda segundo Villas & Banderali (2013), os sólidos dissolvidos se destacam dois tipos: compostos iônicos e compostos catiônicos. Os compostos catiônicos também interferem na condutividade elétrica da água e possuem cátions de sódio, magnésio, cálcio, ferro, alumínio e amônio.

O **Cloreto** (mg/L) nas análises realizadas nas águas dos poços da região do Curimataú esteve em valor superior ao permitido, > 250 mg/L, as amostras apresentaram valores entre 1.600 (E1) a 6.582 mg/L (A1). Por

este fator estas águas são consideradas impróprias para o consumo humano. O cloreto tem origem de sólidos dissolvidos, como por exemplo de dissolução de minerais e/ou intrusão de águas salinas.

A **Dureza Total** das análises provenientes do Curimataú, apresentaram valores acima do permitido, 500 mg/L, sendo os valores entre 1.212 (A1) a 2.628 mg/L (E1). Em relação ao Cariri, duas amostras apresentaram valor acima do permitido, sendo os valores de 608 (A2) e 908 mg/L (D2), as outras amostras variaram entre 292 (E2) e 404 mg/L (B2), portanto dentro do VMP. A dureza total indica a concentração total de íons alcalino-terrosos na água, cálcio (Ca²) e magnésio (Mg²), (ABDALLA *et al.*, 2010). A origem da dureza total pode ser de origem natural ou antropogênica, dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, rochas calcárias, por exemplo. Em relação a **Dureza de Cálcio e Magnésio** os valores apresentados nas análises das águas da região do Curimataú foram entre 490 (C1) e 1.100 mg/L (B1) e entre 252 (A1) e 1.966 mg/L (E1), respectivamente. As amostras da região do Cariri, apresentaram os resultados entre 100 (F) a 360 mg/L (D2) e entre 88 (E2) a 548 mg/L (D2).

O **pH** (Potencial Hidrogeniônico) de todas as amostras analisadas do Curimataú e do Cariri apresentaram valores dentro do permitido pela portaria 2.914/11 (BRASIL, 2011). O parâmetro (pH) pode estar associado a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica, entre outros fatores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os resultados obtidos concluímos que, as águas analisadas da região do Curimataú paraibano não se encontram em estado de potabilidade devido aos parâmetros estarem acima do Valor Máximo Permitido, com ênfase na Dureza Total no qual todos os poços desta região estiveram acima do VMP, podendo este fator estar ligado a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, rochas calcárias, por exemplo. Em relação ao Cloreto obtido nas análises da mesma região, este esteve acima do VMP em todas as amostras, o que indica que pode ter ocorrido a dissolução de sólidos, como por exemplo de dissolução de minerais e/ou intrusão de águas salinas.

As águas analisadas do Cariri paraibano apresentaram em três amostras valores superiores ao VMP no parâmetro Cloreto, e duas amostras acima do VMP no parâmetro Dureza Total. Os valores resultantes das análises das águas provenientes dos poços das regiões do Curimataú e Cariri paraibano não representam em sua maioria ou minoria a qualidade dos poços de localidades próximas ou não, sendo necessário realizar todos os parâmetros em amostras de outros poços quando necessário o conhecimento da qualidade das águas, tendo em vista que os parâmetros podem apresentar diferentes resultados de acordo com o embasamento em que os poços estão locados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, K. P.; CAVALCANTE, P. R. S.; NETO, J. P. C.; BARBIERI, R.; NETO, M. C. M. **Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16, 2010, São Luiz. Anais... São Luiz: ABAS, 2010.
- BRASIL. **MINISTÉRIO DA SAÚDE – PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
- DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Distribuição de Água no Planeta Terra.** Governo do Estado de São Paulo - Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&id=104%3Aagua&Itemid=55>.
- DANTAS, E. L. **Geocronologia U-Pb e Sm/Nd de terrenos arqueanos e paleoproterozóicos do Maciço Caldas Brandão, NE do Brasil.** São Paulo, 1997. 208p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, 1997.
- GONZAGA, F. A. S. **Estudo de campo integrado com imagem TM Landsat-5, para indicar áreas favoráveis à captação de águas subterrâneas.** Monografia (Pós-Graduação em Análise Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 2006.
- SANTOS, E.J; FERREIRA, C.A; JUNIOR, J.M.S. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba.** Recife, 2002.
- VILLAS, M; BANDERALI, M. **Como e porquê medir a Condutividade Elétrica com sondas multiparâmetros?.** Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-com-sondas-multiparametros>>.