

Avaliação hidrogeológica dos aquíferos cristalino e sedimentar do município de Boa Vista/PB**Hydrogeological evaluation of crystalline and sedimentary aquifers at the county of Boa Vista/PB**

DOI:10.34117/bjdv6n8-056

Recebimento dos originais:08/07/2020

Aceitação para publicação: 07/08/2020

Otaciana Pereira Leite Neta

Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
E-mail: otacianaleite21@gmail.com

Deyse Karoline Rodrigues dos Santos

Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
E-mail: dkrsrodrigues30@gmail.com

Hilda Camila Nascimento Nogueira

Mestranda em Exploração Petrolífera e Mineral
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Endereço: R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, CEP 58428-830
E-mail: hildacamila@hotmail.com

Jahy Barros Neto

Mestrando em Exploração Petrolífera e Mineral
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Endereço: R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, CEP 58428-830
E-mail: jahybn@hotmail.com

João Marcos Pobbe dos Santos

Graduando em Arquitetura e Urbanismo
Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie – MACKENZIE
Endereço: Rua da Consolação, 930 - Higienópolis, São Paulo – SP, CEP 01302-907
E-mail: jmpobbesantos@hotmail.com

José Matias da Silva Néto

Graduando em Engenharia de Minas
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Endereço: R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, CEP 58428-830
E-mail: jmsneeto@outlook.com

Najla Silva Furtado

Graduanda em Engenharia de Minas
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Endereço: R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, CEP 58428-830

E-mail: najla_furtado@hotmail.com

Rayza Lívia Ribeiro Andrade

Graduanda em Engenharia de Minas

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Endereço: R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, CEP 58428-830

E-mail: rayliviaandrade@gmail.com

RESUMO

O presente estudo concentra na presença e qualidade da água subterrânea no Município de Boa Vista, situado no semiárido do Estado da Paraíba/Brasil, com o intuito de avaliar a qualidade da água retirada de poços para consumo humano. Sendo a litologia presente no Município composta predominantemente de rochas cristalinas e somente de poucas rochas sedimentares, a acumulação da água subterrânea restringe-se, na sua maioria, à elementos tectônicos (fissuras p.e.). A profundidade dos poços varia entre 18 e 60 m. Observa-se baixa recuperação dos aquíferos por escassez de chuvas (clima semiárido) e baixa produtividade. Destaca-se ainda, que a qualidade da água retirada, por elevada carga de compostos dissolvidos, não se adéqua ao consumo humano direto, fazendo necessário seu tratamento posterior.

Palavras-chave: Boa Vista/PB, água subterrânea, poços, qualidade da água.

ABSTRACT

The present study focuses on the presence and quality of underground water in Boa Vista County, situated in the so-called "semi-arid" of Paraíba State/Brazil, in order to assess the quality of water for human consumption, obtained by artificial wells. According to the lithological composition of the area, which is made-up mainly by crystalline rocks, the presence of underground water predominately is restricted to tectonic events (like fissures). The profoundness of the wells varies between 18 and 60 m. It is observed, that the regeneration-rate of the removed water is low due to restricted rainfalls of the semi-arid climate and which limits the productivity of the wells. Data are shown for the quality and quantity of the extracted water. Analysis of this water show elevated levels of chemical compounds, causing the water gained by the wells being inadequate for direct human consumption, which, therefore, has to be treated previously.

Keywords: Boa Vista/PB, underground water, wells, quality of water.

1 INTRODUÇÃO

Boa Vista é cortada por rios perenes com baixa vazão e apresenta pequenas reservas de águas subterrâneas. Esse baixo potencial hídrico, acarreta na deficiência da produção agrícola em geral, tanto na produção de alimento para animais quanto na produção de leite, além da carência no abastecimento público e para as indústrias de mineração localizadas no território.

O suprimento de água em Boa Vista é efetuado através da captação no açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão que, até 2018, sofria com a escassez de chuvas que atingiram todo o território paraibano chegando a 5% de sua capacidade (G1, 2016), agravando ainda mais o

acionamento de Boa Vista, a qual chegou a receber água em apenas seis dias ao mês.

Desta forma, a busca pelo aproveitamento de água subterrânea sempre foi uma alternativa para atender a carência de águas superficiais, porém, o município possui uma extensa faixa de rochas cristalinas, das quais a única forma de acumulação de água é pela formação de aquíferos do tipo fissural possuindo permeabilidade secundária (fraturas produzidas por esforços tectônicos), baixa vazão e pequena espessura.

A partir dessa problemática, o presente trabalho buscou avaliar o potencial hidrogeológico do município com o objetivo de identificar as viabilidades destes na captação de água, analisando se há exequibilidade dessas águas subterrâneas para o consumo humano como forma alternativa ao abastecimento feito pelo Epitácio Pessoa, por pequenos açudes e barreiros do município que se encontram completamente secos devido às grandes dificuldades hídricas decorrentes da escassez de chuvas desde o ano de 2011.

Além de se estudar os aspectos qualitativos e quantitativos como a vazão e profundidade do nível estático dos poços analisados, a pesquisa também tem a finalidade de desenvolver uma avaliação de potabilidade através da geração e comparação dos dados com os valores de referência, objetivando determinar os principais parâmetros hidrogeológicos e de classificação das águas em relação a salinidade e valores máximos permitidos para as águas de consumo humano segundo a Portaria N° 2914/2011 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA n° 357/2005 e CONAMA n° 396/2008.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 POTABILIDADE DA ÁGUA

O mais importante recurso natural do planeta, a água, é imprescindível a todos os seres vivos e constitui-se como insumo essencial a preservação e manutenção da vida na Terra. A água é a substância ingerida pelo homem em maior quantidade comparada a todos os outros alimentos reunidos (CABRAL, 2010).

A associação do crescimento desordenado das cidades com a frequência da utilização de fontes alternativas de água para o consumo humano (como bicas e poços rasos) pela população em geral, apresenta como resultado a transformação dos recursos hídricos em receptáculo natural de diversos tipos de poluentes de origem orgânica e inorgânica das mais variáveis fontes, o que pode colocar em risco a saúde das pessoas e de animais que fazem uso dos mesmos (RAMOS et al., 2008; SILVA et al., 2009).

Diante dessa perspectiva, a potabilidade da água vem sendo pautada principalmente na garantia da qualidade microbiológica, devido a frequência de divulgação de não conformidades relacionadas à presença de microrganismos e suas doenças.

No Brasil, o padrão de potabilidade vigente é estabelecido pela Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre a metodologia e procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano no país. A portaria em questão objetiva o incentivo da implantação dos Planos de Segurança da Água, com avaliação sistemática em todas as etapas dos sistemas de abastecimento de água, desde a captação até o consumidor, sob a perspectiva de investigar todos os possíveis riscos à saúde (UMBUZEIRO, 2012).

Conforme a portaria 2.914/11, trata-se água potável como aquela que atende aos padrões listados no documento e não oferece riscos à saúde, já que outras substâncias não listadas na portaria podem estar sendo usadas em determinada região e podem atingir a água distribuída a população (BRASIL, 2011).

De acordo com os dados apresentados na tabela 1, o Ministério da Saúde estabelece, em termos gerais, a análise de coliformes totais, termotolerantes ou *Escherichia coli* e de bactérias heterotróficas para análise de água para consumo humano, em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais, como poços, minas e nascentes (BRASIL, 2011).

Tabela 1 - Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano.

Tipo de água		Parâmetro		VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾		Ausência em 100mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾		Ausência em 100mL
	No sistema de distribuição	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100mL
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100mL em 95% das amostras examinadas no mês

⁽¹⁾ Valor máximo permitido; ⁽²⁾ Indicador de contaminação fecal; ⁽³⁾ Indicador de eficiência de tratamento; ⁽⁴⁾ Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: Brasil (2011).

É importante ressaltar que o grau de contaminação das águas é usualmente aferido com base na densidade de organismos indicadores, partindo do pressuposto de que existe uma relação semiquantitativa à presença de microrganismos patogênicos (BRASIL, 2006).

Entretanto, torna-se cada vez mais inequívoco que os contaminantes químicos precisam receber a mesma atenção para que situações desse tipo sejam evitadas: populações da Ásia e da América Latina que consumiam água de poço, segura do ponto de vista microbiológico, porém com elevadas concentrações de arsênio apresentaram elevada incidência de vários tipos de câncer (BAASTRUP et al., 2008).

2.2 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE POÇOS

Segundo a Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Estado da Paraíba (CDRM), o tratamento estatístico dos dados hidroquímicos dos poços no Agreste, apresentam os seguintes valores médios listados na Tabela 2. Esses parâmetros não foram encontrados para todos os poços no estudo de Boa Vista- PB, mas pode-se supor que os valores estão próximos dessa média da mesorregião.

Tabela 2 - Tratamento estatístico dos dados hidroquímicos da mesorregião Agreste/PB

Análises Químicas	Valor Médio
Potencial Hidrogeniônico	7,4
STD (mS/Cm)	4232
Cálcio (mg/l)	210
Magnésio (mg/l)	272
Sódio (mg/l)	957
Potássio (mg/l)	23
Cloretos (mg/l)	2065
Sulfatos (mg/l)	386
Bicarbonatos (mg/l)	334
Carbonatos (mg/l)	38
Ferro (mg/l)	0,31
Oxigênio Consumido (mg/l)	7,64
Alcalinidade em Carbonato (mg/l)	82,7
Alcalinidade em Bicarbonato (mg/l)	256
Alcalinidade Total (mg/l)	338
Dureza Total (mg/l)	1411
Condutividade Elétrica (mS/Cm)	6612
Resíduo Seco (mg/l)	5171

Fonte: CDRM (2017).

Os parâmetros físico-químicos normalmente avaliados quando se trata de água para o consumo são: pH, turbidez, condutividade e sólidos dissolvidos totais de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 e CONAMA n° 396/2008.

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução, o qual pode ser determinado através de aparelhos denominados de potenciômetros ou calorímetros (PALUDO, 2010). Segundo FELTRE (2004), o pH indica se o meio está ácido ($\text{pH} < 7$), alcalino ($\text{pH} > 7$) ou neutro ($\text{pH} = 7$). Cada meio tem seu próprio valor de pH. O pH de águas subterrâneas varia entre 5,5 a 8,5, porém o Ministério da Saúde recomenda que o pH da água varie entre os limites de 6,0 a 9,5, no entanto, a resolução n° 357, de 17 de março de 2005, decretada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) recomenda que o pH de águas doces encontrem-se entre 6,0 e 9,0.

Os sólidos dissolvidos totais são o conjunto de todas as substâncias orgânicas e inorgânicas contidas num líquido sob formas moleculares, ionizadas ou micro-granulares. É um parâmetro de determinação da qualidade da água, pois avalia o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. As substâncias dissolvidas envolvem o carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, fosfato, nitrate, cálcio, magnésio, sódio e íons orgânicos. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) (ARAÚJO; SANTOS; OLIVEIRA, 2012/2013).

A qualidade da água que é direcionada para o abastecimento, os altos teores de sais minerais, tais como sulfato e cloreto, é associada à tendência de corrosão nos sistemas de distribuição, além de conferir sabor para a água. De acordo com o CONAMA (BRASIL, 2009), a concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público, das classes 1, 2 e 3. Já para as águas subterrâneas das classes 1 e 2, 1000 mg/L.

3 METODOLOGIA

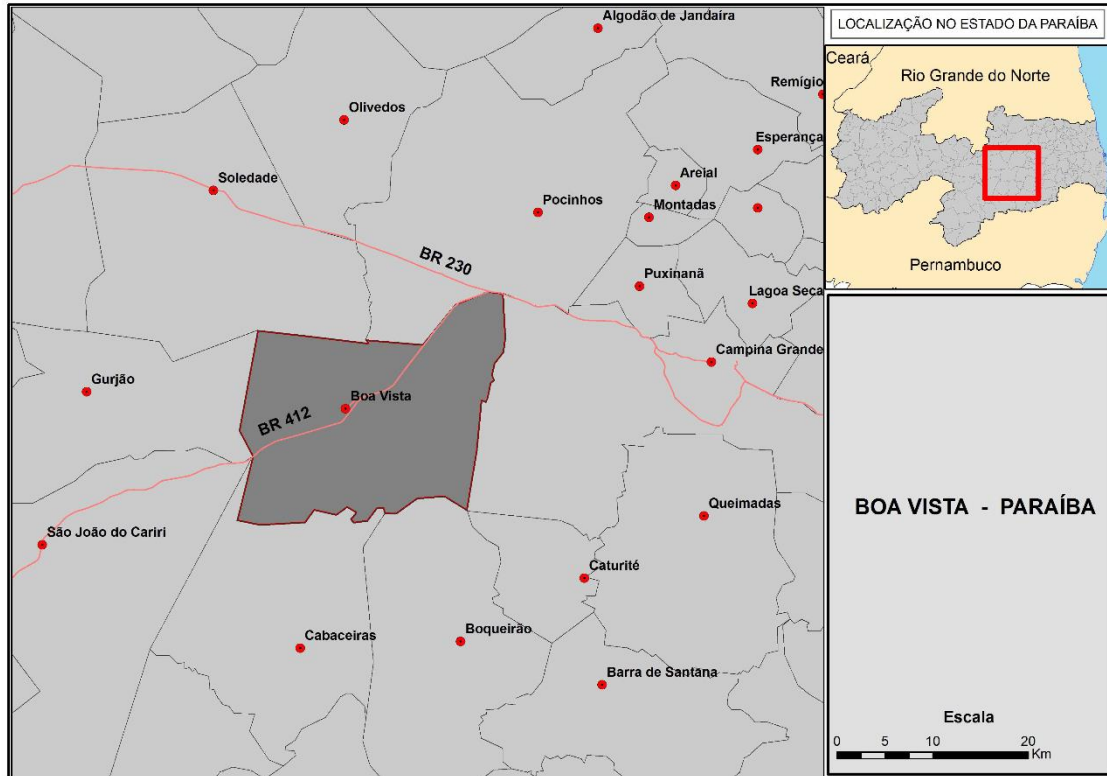
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BOA VISTA – PARAÍBA

A área de estudo compreende a totalidade do território do município de Boa Vista, Estado da Paraíba, localizado na Mesorregião Boa Vista e na Microrregião Agreste Paraibano, possui uma área de 477,57 km², entre as Coordenadas 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.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 493 metros, distando distante 173 km da capital João Pessoa e 48 km da cidade de Campina Grande, sendo o acesso através das rodovias BR-230 e BR-412. Faz limite ao norte com os municípios de Soledade e Pocinhos, ao Sul com os

municípios de Cabaceiras e Boqueirão e ao leste com Gurjão e São João do Cariri, de acordo com a figura 1.

Figura 1: Mapa do Município de Boa Vista e seus limites

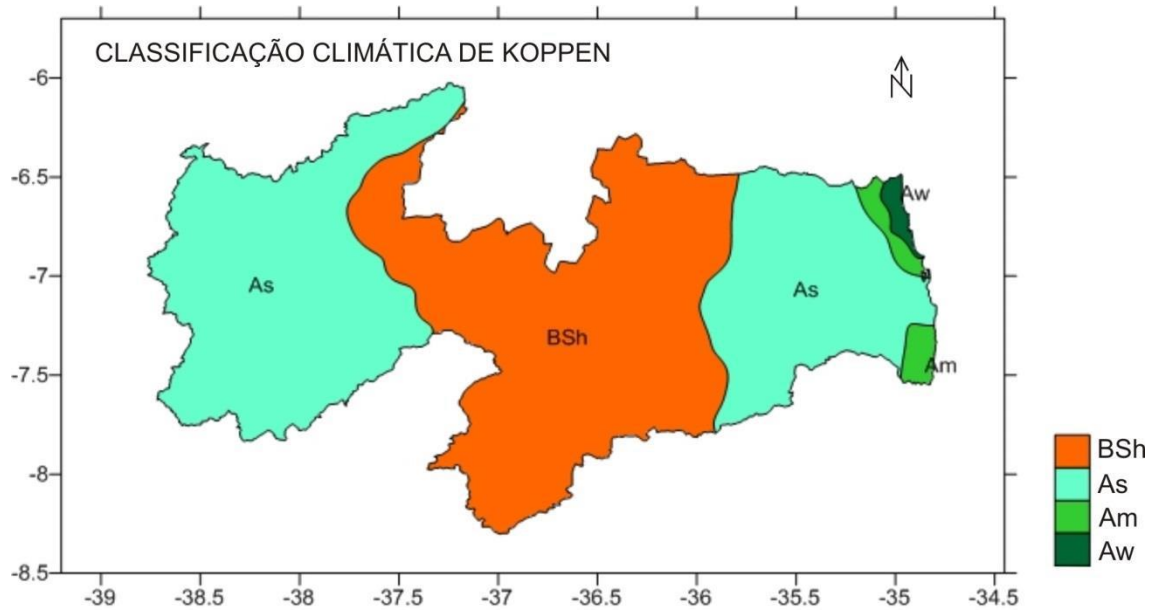


Fonte: Gutierrez (2011).

Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Censo Demográfico de 2010, o município de Boa Vista, emancipado politicamente em 1997, possui uma população de 6.227 habitantes, com um IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) de 0,649, e seu PIB (Produto Interno Bruto) *per capita*, em 2017, foi de R\$17.903,33.

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo (BSh), conforme a figura 2, semiárido quente, com precipitação pluviométrica média de aproximadamente de 400 mm/ano, sua estação seca pode atingir períodos de até 11 meses, caracterizando áreas de baixa pluviosidade e altas temperaturas, em média a temperatura anual é de 24 – 25 °C.

Figura 2: Mapa da classificação climática de Köppen no Estado da Paraíba.



Boa Vista está inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, sendo a geologia composta, em sua maioria, por rochas cristalinas datadas do Neoproterozóico, Mesozóico Paleoproterozóico e Arqueano, com evidências geológicas de basaltos, monzogranitos, gnaisses, ortognaisses, migmatitos, mármore e quartzitos, que constituem o aquífero cristalino e pequena litoestatigrafia de rochas sedimentares do Cenozóico compostas por argilitos e arenitos, constituindo o aquífero sedimentar localizado na porção sudoeste do município.

A região, na qual o município se localiza, apresenta um potencial hidrogeológico muito fraco. Essa deficiência está relacionada diretamente com as condições de ocorrência e circulação das águas subterrâneas, que é agravada em função das características do clima semiárido que provoca taxas elevadas de salinidade nas águas (CPRM, 2004).

A pesquisa foi realizada mediante a avaliação dos poços cadastrados na base de dados da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, através da plataforma SIAGAS. No tratamento foi utilizado o programa Excel, de forma a filtrar os poços que possuem os parâmetros de interesse.

O estudo foi realizado com 13 poços, sendo estes os que tinham a maior quantidade de dados mediante a enorme vacância de informações que encontrou-se na plataforma *on-line* da CPRM. Diante da falta de informações do Serviço Geológico do Brasil, utilizou-se como complemento os dados fornecidos pela CDRM-PB e fez-se um estudo local apenas com o N.E.(m), vazão (m^3/h), classificação do aquífero onde o poço se encontra e, quanto a qualidade da água para o consumo humano, usou-se apenas o parâmetro STD (mg/L) (ppm).

Como estudo da geologia local, estava disponível no SIAGAS apenas um perfil litológico do poço na localidade Dr. Francisco A. Veloso, inserido no aquífero cristalino.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 3 a seguir, trata das informações de localidade, nível estático, vazão, profundidade, sólidos totais dissolvidos e a classificação do aquífero para os 13 poços avaliados, que são uma representação dos aquíferos estudados: Fissural ou Cristalino e Sedimentar ou Poroso no município de Boa Vista- PB.

Tabela 3 - Parâmetros hidrogeológicos e hidroquímico do município de Boa Vista-PB

Poço (código)	Localidade	Cidade	Vazão (m ³ /h)	N.E. (m)	STD (mg/l) (ppm) < 1000 mg/l	Profundidade (m)	Aquífero
2600003063	Lagoa do Canto	Boa Vista-PB	-	-	3234	21	Fissural
2600003066	Santo Antônio	Boa Vista-PB	0,85	-	4997	28	Fissural
2600003073	Urubu	Boa Vista-PB	0,8	-	4342	50	Fissural
2600003090	São Bento	Boa Vista-PB	1,4	-	9999.99	50	Fissural
2600003092	Dr. Francisco A. Veloso	Boa Vista-PB	7,3	-	3375	18	Fissural
2600003095	Fazenda Seixos Brancos	Boa Vista-PB	0,97	-	3116	50	Fissural
2600003096	Inocência	Boa Vista-PB	4,8	3,5	3116	26	Poroso
2600003100	São Joãozinho	Boa Vista-PB	0,27	-	6703	50	Fissural
2600003132	Urubu	Boa Vista-PB	0,5	-	7950	50	Fissural
2600003133	Canudos	Boa Vista-PB	0,97	-	3119	32	Fissural
2600003134	Algodão	Boa Vista-PB	5	-	7950	40	Fissural
2600003212	Campo Redondo	Boa Vista-PB	2	4,3	2532.06	45	Poroso
2600003214	Fazenda Santa Fé	Boa Vista-PB	2	1	7154	60	Poroso
			Média: 2,24		Média: 3564	Média: 40	

Fonte: CPRM; CDRM-PB, 2017.

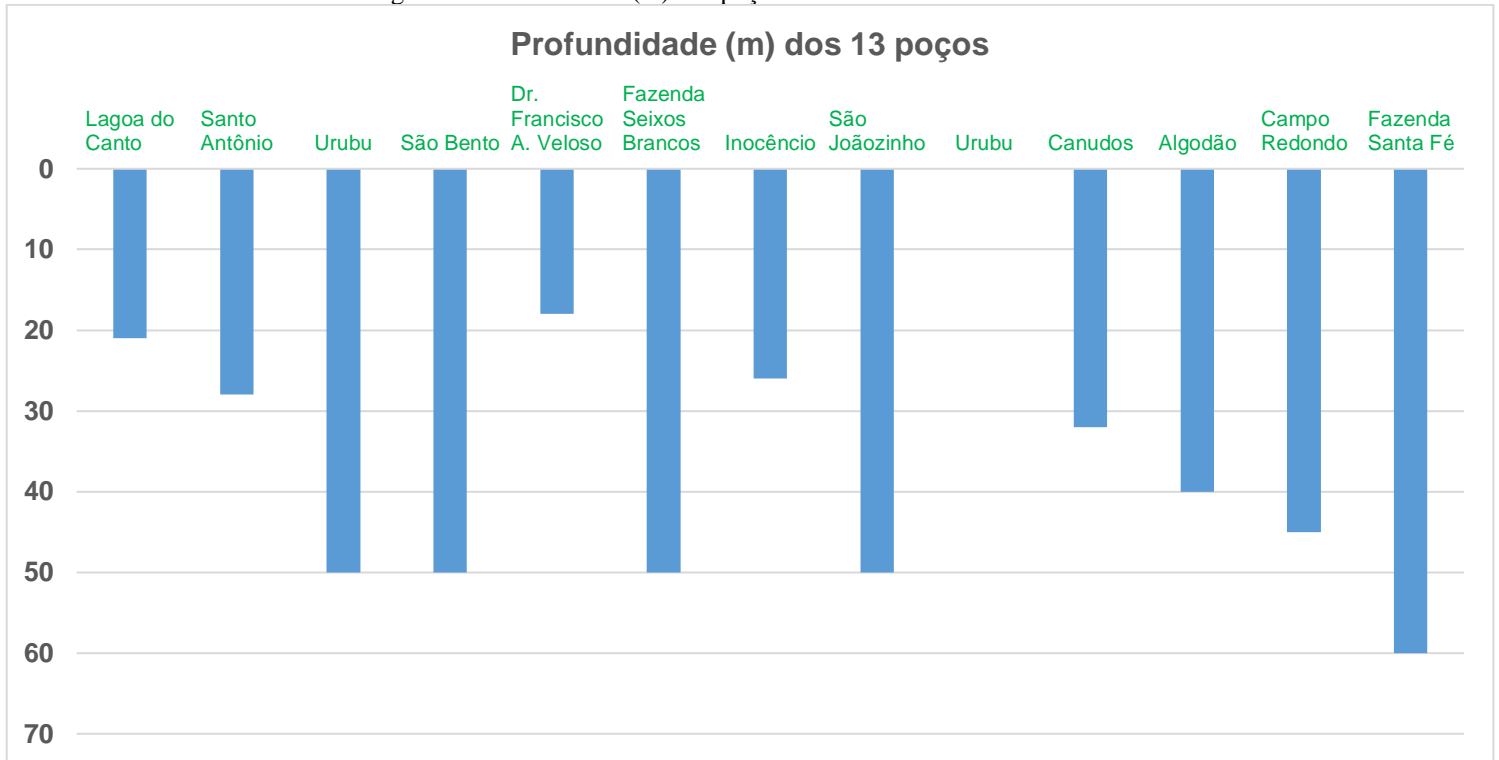
São 3 poços nos domínios do aquífero sedimentar ou poroso e 10 no aquífero fissural ou cristalino. A média do N.E. para os poços no aquífero sedimentar é 2,9 m, sendo considerado um nível muito raso em relação a superfície, isso pode diminuir o tempo de resposta do aquífero às precipitações, acelerando o processo de recarga, porém uma análise litológica deverá ser feita para se estudar as camadas geológicas acima e onde o nível se encontra, pois os tipos de rochas possuem velocidade de permeabilidade, condutividade hidráulica e porosidade diferentes, que podem influenciar no tempo de recarga do aquífero. Para os poços no aquífero cristalino não foram divulgados os níveis estáticos.

Os 13 poços apresentaram baixa produtividade por conta das pequenas vazões, uma vazão média de 2,24 m³/h e uma profundidade média de 40 m. Com exceção de Lagoa do Canto, os poços no aquífero fissural tem uma vazão média de 2 m³/h e uma profundidade média igual ao aquífero sedimentar de 44 m. Já o aquífero poroso com base nos seus poços de vazão média de 2,9 m³/h tem uma pequena vantagem na produtividade.

Esses poços que possuem resultados de sólidos totais dissolvidos (STD), estão fora dos padrões de potabilidade (<1000 mg/l), pois o menor valor para concentração de sólidos totais dissolvidos foi 3116 (mg/l)(ppm) nas localidades Inocência e Fazenda Seixos Brancos.

A profundidade dos poços e a vazão dos poços são ilustradas nas figuras 3 e 4, respectivamente. O poço mais profundo se encontra na localidade Fazenda Santa Fé e o mais raso e de maior vazão na Dr. Francisco A. Veloso.

Figura 3 - Profundidade (m) dos poços estudados em Boa Vista- PB.



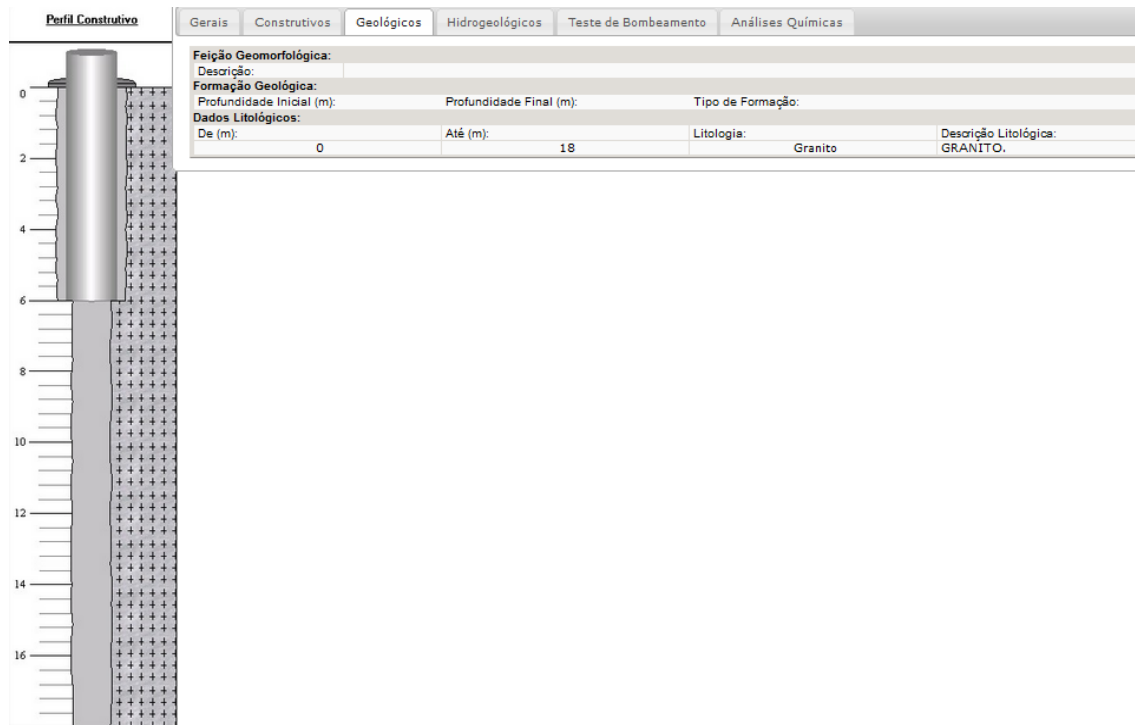
Fonte: (CPRM, 2017).

Figura 4 - Vazão (m³/h) dos poços estudados em Boa Vista- PB.

Fonte: CPRM, 2017.

Sobre a Geologia local, apenas o poço em Dr. Francisco A. Veloso apresenta perfil litológico disponível no *site* da CPRM. Está inserido no domínio cristalino com rochas graníticas em toda a sua extensão (Figura 3).

Figura 5 - Perfil litológico do poço em Dr. Francisco A. Veloso.



Fonte: CPRM, 2017.

5 CONCLUSÕES

Verificou-se que os dados fornecidos de poços cadastrados pela CPRM que possuem dados significativos são bastante escassos. Apesar disso, com a adição de dados disponibilizados pela CDRM-PB, foi possível identificar 13 poços, sendo sua maioria pertencentes ao aquífero cristalino ou fissural, o que é de se esperar, já que Boa Vista geologicamente é composta por grande parte de rochas cristalinas.

Além de sua geologia não ser favorável a percolação de águas subterrâneas, o regime de chuva é bastante baixo, devido sua localização no clima semiárido, resultando que os sólidos totais dissolvidos sejam, em sua maioria, acima do valor considerado pelo Ministério da Saúde como água passível de ser ingerida pelo ser humano.

Como aferido, todos os poços apresentaram valores de STD acima de 1000 mg/L, ultrapassando os padrões de potabilidade determinados pelo Ministério da Saúde através da Portaria N° 2914 de 2011. Como consequência desses altos teores de salinidade, muitos desses poços estão desativados, e dos poucos que estão ativos, são utilizados apenas para consumo humano, através de tratamentos por osmose reversa, e outros utilizados para a dessedentação animal.

Por fim, observou-se na pesquisa que os valores de STD não apresentam correlação com a profundidade do poço e que em alguns poços, com maior vazão, não estão localizados na camada sedimentar ao sudeste do município e não há correlação com o aumento da profundidade e o aumento da vazão.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Sumário Mineral 2016**. Vol. 36, 2017.
- ARAÚJO, M. C. de; SANTOS, F. M. da S.; OLIVEIRA, M. B. M. de. **Análise da qualidade da água do riacho Cavouco - UFPE**. Recife, PE, 2012/2013.
- BAASTRUP, R. et al. Arsenic in drinking-water and risk for cancer in Denmark. **Environmental Health Perspectives**, v. 116, n. 2, p. 231-237, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Inspeção sanitária em abastecimento de água**. Série A: normas e manuais técnicos. Brasília, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº. 2914 de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Programa Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, 2004. 43p.
- BRASIL. Resolução CONAMA n ° 357. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, p. 58-63.
- BRASIL. Resolução CONAMA, nº 396. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, pp. 64-68.
- CABRAL, J.P.S. **Water microbiology: bacterial pathogens and water**. International Journal of Environmental Research and Public Health, Basel, v. 7, p. 3657-3703, 2010.
- Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais. **Boa Vista**. Disponível em < <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-dos-recursos-hidricos-e-do-meio-ambiente/legislacao/recursos-minerais>> Acesso em 28 de março de 2017.
- FELTRE, R. **Físico-química**. 6. Ed., v.2, p.228. São Paulo: Moderna, 2004.
- RAMOS, D.M.G.; MACHADO, H.F.; VALMIR, L.S.; GUERRA, A.F.; FERNANDES, M.M.; GASPAR, A. **Qualidade microbiológica da água consumida pela população do Distrito do Sana – Macaé – Rio de Janeiro**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 67, n. 2, p. 100-105, 2008.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Estudos Hidrogeológicos de Pequenas Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro**. 2004, 06p.
- SILVA, C.A.; OLIVEIRA RIBEIRO, C.A.; KATSUMITI, A.; ARAÚJO, M.L.; ZANDONA, E.M.; SILVA DE ASSIS, H.C. **Evaluation of waterborne exposure to oil spill 5 years after na accident in Southern Brazil**. Ecotoxicology and Environmental Safety., v. 72, n. 2, p. 400-409, 2009.
- PALUDO, D. **Qualidade da Água nos poços artesianos do Município de Santa Clara do Sul**. UNIVATES, Lajeado. 2010.
- UMBUZEIRO, G.A. **Guia de potabilidade para substâncias químicas**; São Paulo: Limiar, 2012.