

Aspectos hidrogeológicos e hidroquímicos de um setor do aquífero Barreiras no município de Nísia Floresta/RN

Paula Stein¹, Leandson Roberto F. de Lucena², Natalina Maria Tinôco Cabral¹, Elmo Marinho Figuerêdo¹, Marcelo Augusto Queiroz³

Resumo

Numa área de aproximadamente 420 hectares localizada no município de Nísia Floresta, o Estado do RN instalou 12 poços tubulares captando águas de excelente qualidade no aquífero Barreiras, com vistas a ampliar o sistema produtivo da adutora Monsenhor Expedito. O aquífero Barreiras na área é do tipo livre e ocorre capeado por sedimentos eólicos que atuam como receptores das precipitações pluviométricas. A potenciometria da área evidencia um fluxo principal local no sentido do Riacho Boa Cica, confirmando o caráter influente do aquífero Barreiras no setor investigado. Os resultados de análise das águas obtidas desses poços permitiram agrupamento das águas em 2 conjuntos com características hidroquímicas distintas. No grupo 1, foram agrupadas as águas cloretadas sódicas, com pH ácido e dureza branda. Nesse conjunto, estão inseridas as águas reconhecidas com hidroquímica característica do aquífero Barreiras. No grupo 2 foram agrupadas as águas bicarbonatadas cálcicas, com pH alcalino e pouco duras. Este caráter revela a possível influência das rochas carbonáticas, que constituem o arcabouço litológico da área, na hidroquímica dessas águas.

Palavras-chave: aquífero Barreiras, rochas carbonáticas, fácies hidroquímicas.

Abstract

In an area of approximately 4,2 km² of the Nisia floresta county, RN state, twelve water Wells were installed by the state government and pumped excellent quality water from the Barreiras aquifer in order to expand the Monsenhor Expedito aqueduct. The Barriers aquifer in the study area is the free type. Overlapping eolian sediments act as receptors of rainfall. The potentiometric shows a main stream site towards the Boa Cica river, showing the influential character of the investigated aquifer Barriers sector. The analytical results obtained from these wells led to two water groups with different characteristics. In group 1 there are sodic chlorinated water with acid ph and mild hardness, in these group we typically recognize the Barreiras aquifer hydrochemical characteristics. In group 2 there are calcic bicarbonated water with alkaline ph and low hardness. This characteristic indicated the possibility influence of the carbonate rocks that constitute the lithological framework of the area.

Keywords: Barreiras aquifer, carbonate rocks, hydrochemical facies

1 – INTRODUÇÃO

Em função da carência de recursos hídricos para o abastecimento urbano e rural na maioria dos municípios interioranos do Estado do Rio Grande do Norte, torna-se necessária a implantação de sistemas adutores para suprir a demanda de água. O Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi (Adutora Monsenhor Expedito), em operação desde 1997, fornece água a 30 municípios do RN,

¹ Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do RN-SEMARH. paula.stein@gmail.com; natalinacabral@gmail.com; elmo_marinho@yahoo.com.br.

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN. Departamento de Geofísica-DGEF. leandson@geofisica.ufrn.br

³ Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte-CAERN. Gerência de Hidrogeologia. marcelo@caern.com.br

totalizando aproximadamente 290.000 habitantes abastecidos, mediante a retirada de águas subterrâneas (7 poços tubulares) e superficiais (Lagoa do Bonfim) no município de Nísia Floresta/RN, localizado no litoral do Estado, a 35 km da capital Natal.

Passados mais de 16 anos da instalação do sistema, a demanda por água passou a ser superior à capacidade de suprimento, impondo assim, a necessidade de ampliação do sistema produtivo. Para efeito, o estado do RN desapropriou 421,43 hectares de uma área densamente vegetada e livre da ocupação humana, nas proximidades do Riacho Boa Cica, município de Nísia Floresta, para a instalação de poços tubulares (**Figura 1**). Nessa área, foram instalados 12 poços tubulares, que conjuntamente produzem 750 m³/h de água de excelente qualidade, e que serão incorporadas ao referido sistema adutor ainda no ano de 2014. Os poços produtores perfurados captam águas do aquífero Barreiras, reconhecidamente de alto potencial hidrogeológico, e responsável pelo abastecimento de diversos municípios do estado, incluído a capital Natal e sua região metropolitana.

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma caracterização hidrogeológica da área, bem como da hidroquímica dessas águas.

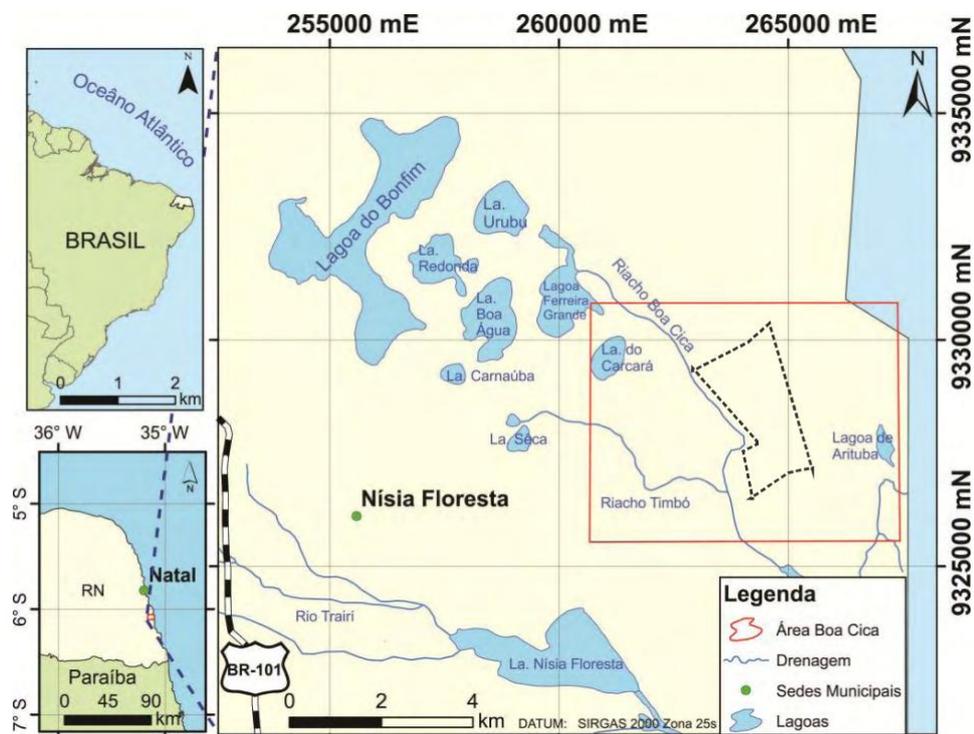


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no baixo curso do Riacho Boa Cica, município de Nísia Floresta-RN. A área desapropriada, onde estão instalados os 12 poços produtores, encontra-se demarcada pelo polígono tracejado.

2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 – Condicionantes Climáticos

Segundo dados históricos da EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN (1963-2007), obtidos do posto pluviométrico localizado no município de Nísia Floresta, o setor estudado apresenta precipitação média total anual de 1585,6 mm. O período úmido ocorre entre março e julho, com pico no mês de junho. Entre os meses de agosto e fevereiro ocorrem as menores precipitações, caracterizando o período de estiagem, sendo o mês de outubro o mais seco do ano (**Figura 2**).

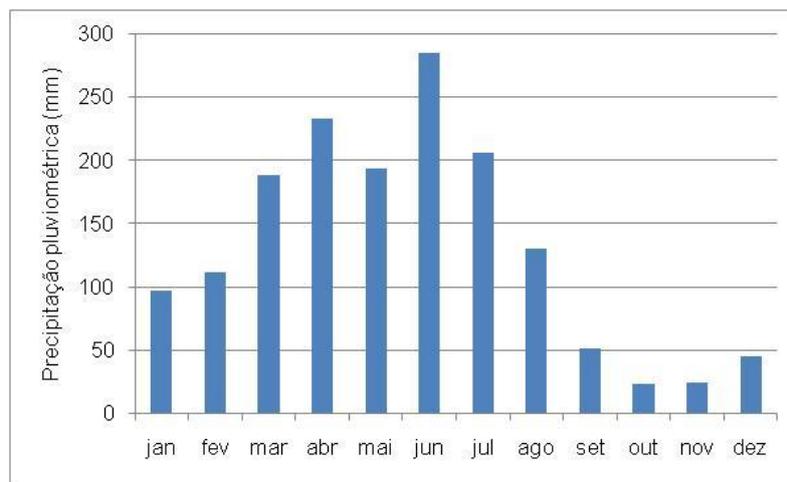


Figura 2. Precipitação pluviométrica média mensal no município de Nísia Floresta.

2.2 – Geologia

A área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar Costeira Leste. A estratigrafia simplificada da referida bacia pode ser visualizada na **Figura 3**.

No setor estudado, a unidade litológica basal não aflorante corresponde a rochas sedimentares mesozóicas, de provável idade cretácica, que compreende basicamente uma sequência arenítica na base, repousando em discordância sobre o embasamento cristalino, e outra de natureza carbonática no topo, (Costa, 1971).

A sequência litoestratigráfica aflorante da área corresponde a coluna sedimentar cenozóica, representada pela Formação Barreiras, de idade terciária-quadernária (Nogueira, 1982; Lucena, 2005), além da sedimentação quadernária, onde se incluem os depósitos eólicos (dunas móveis e fixas).

A Formação Barreiras envolve, litologicamente, desde rochas argilo-arenosas ou areno-argilosas até conglomeráticas, podendo-se agrupá-las em duas fácies sedimentares principais: uma areno-argilosa e outra conglomerática, situadas respectivamente, na porção basal e no topo.

As Dunas Fixas são formadas pela ação eólica dos ventos alísios e ocupa todo o centro-norte-nordeste da área de estudo. O relevo associado é tipicamente ondulado, com cotas predominantemente variando de 30 m a 70 m. Tais depósitos são representados por areias quartzosas bem selecionadas, típicas de ambientes eólicos, com coloração variando desde o amarelo e o vermelho até tonalidades de cinza e branco (Lucena, 2005).

As dunas móveis constituem cordões arenosos acompanhando todo o litoral, sendo caracterizadas por tonalidades claras em fotos aéreas e imagens de radar devido à ausência de cobertura vegetal. Estas dunas ocorrem no extremo leste da área e compreendem areias quartzosas esbranquiçadas de granulometria média e bom selecionamento, dispostas ou condicionadas segundo a direção dos ventos predominantes.

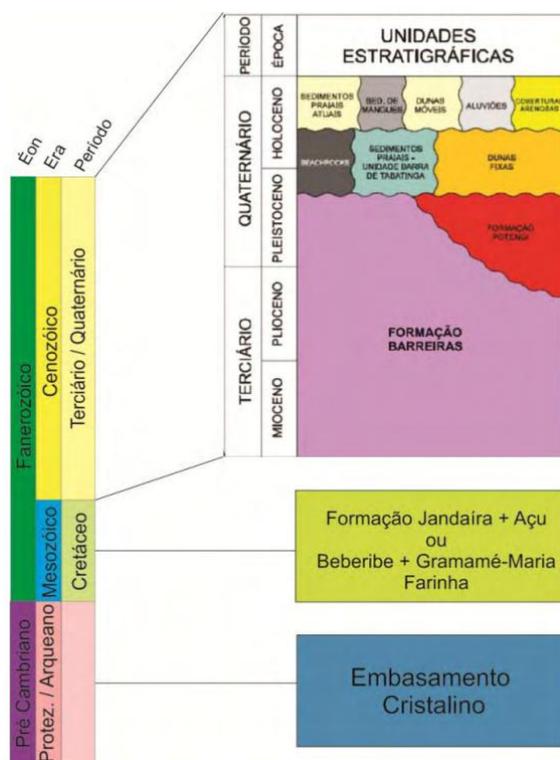


Figura 3. Coluna estratigráfica simplificada da área estudada. Adaptado de Lucena (2005).

2.3 – Contexto Estrutural

Em linhas gerais, a estruturação regional na Bacia da Costa Leste do Estado do Rio Grande do Norte caracteriza-se por *trends* de falhas com direções preferenciais NE-SW (N40°-60°E), NW-SE (N40°-50°W) e E-W (N70°-W/E-W) e menos expressivamente N-S (350°-10°), sendo as de *trends* de direção NE e NW dominantes (Lucena, 1999; Bezerra et al., 2001; Nogueira et al., 2006). Essas falhas são caracterizadas por movimentos transcorrentes e normais, possivelmente associadas à deformação sin-sedimentar (Nogueira et al., 2006).

Reportando-se especificamente à área da presente pesquisa, as evidências dessa estruturação envolvem desde observações de natureza geomorfológica, geofísica rasa e profunda (GPR e Gravimetria, respectivamente), além de dados de afloramentos. O baixo curso do Riacho Boa Cica está inserido no limite sul-sudoeste do Graben Papary (Lucena e Queiroz, 1996; Lucena 2005), considerando-se o referido canal fluvial controlado pelo falhamento SE-NW da borda sudoeste desse graben. Esse proeminente bloco estrutural, situado na altura das praias de Tabatinga e Búzios, é delimitado ao norte-nordeste pela falha dos rios Pirangi e Pitimbu, na direção SE-NW (Lucena, 1999).

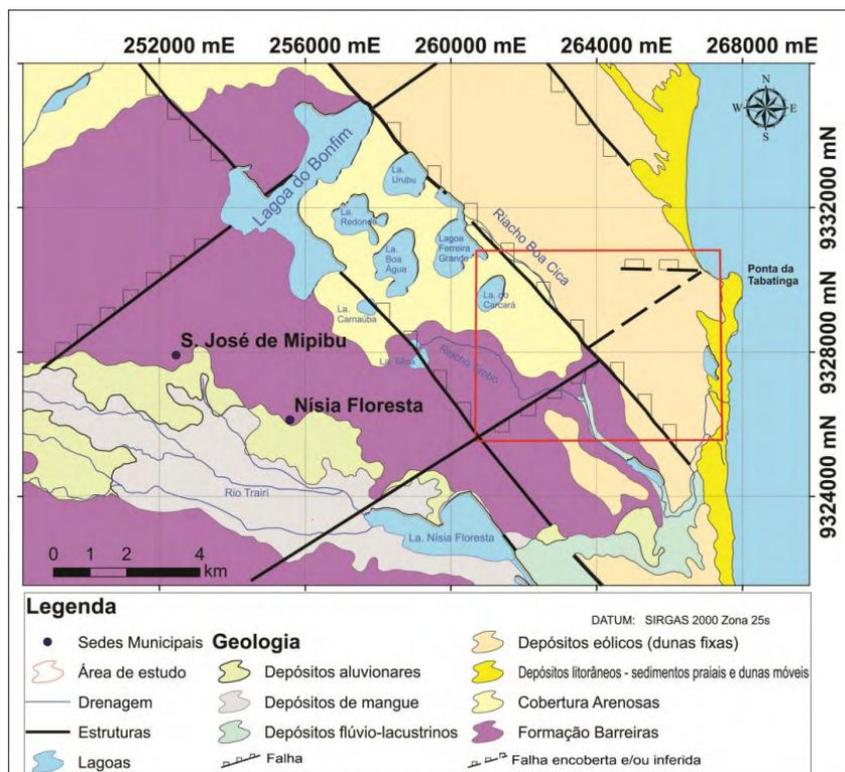


Figura 4. Esboço da geologia regional na área do baixo curso do Riacho Boa Cica e adjacências. O quadrado contornado em vermelho representa a área de interesse. Base cartográfica regional é fundamentada em Lucena (2005) e CPRM (2006).

2.4 – Hidrogeologia

As rochas sedimentares mesozoicas, particularmente a porção superior da sequência carbonática não aflorante, são referidas na literatura como de baixa potencialidade hidrogeológica (Lucena *et al.* 1996).

O aquífero Barreiras, por sua vez, apresenta vazões de exploração elevadas em determinadas localidades, sobretudo naquelas de maior espessura dos sedimentos da formação homônima, conforme observado em algumas captações na região sul de Natal e Parnamirim-RN (vazões da ordem de 100 m³/h). No tocante à condição hidrodinâmica, esse sistema hidrogeológico comporta-se de maneira bastante variável, sobretudo na região sul de Natal até a fronteira com a

Paraíba. Este comportamento pode apresentar-se de livre a semiconfinado, onde a camada semiconfinante no topo, quando presente, é representado por lentes argilosas da própria Formação Barreiras, por vezes de considerável amplitude superficial (IPT, 1982).

A referida unidade aquífera é, também, denominada de Aquífero Dunas-Barreiras (Melo et al., 1994), já que as formações dunares sobrepostas a Formação Barreiras apresentam elevada porosidade e baixo índice de escoamento superficial, atuando predominantemente como receptoras das precipitações pluviométricas, constituindo-se em fonte de recarga do Barreiras. As dunas, embora funcionem predominantemente como agente transmissor e não acumulador, são dessa forma consideradas como parte de um sistema hidráulico único e indiferenciado.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os 12 poços produtores objeto desse estudo são totalmente penetrantes no aquífero Barreiras e com seção filtrante localizada na base da formação homônima. Nos referidos poços foram tomados dados de nível da água com vistas a definição da potenciometria da área.

A campanha de amostragem das águas foi realizada em julho de 2012 mediante o uso de bomba submersa. Para a coleta foi realizada uma prévia purga nos poços por aproximadamente 30 minutos, com vistas à obtenção de dados representativos do manancial subterrâneo, minimizando as chances de serem coletadas águas estagnadas no interior das captações.

4 – RESULTADOS

4.1 – Hidrogeologia da área

4.1.1 – Estrutura hidrogeológica

As dunas constituem a porção superior dos perfis litológico dos poços, conforme **Tabela 1**, apresentando espessura média de 18 m, variando entre 10 e 30 metros.

A porção intermediária corresponde às rochas sedimentares da Formação Barreiras, com espessura média de 65 metros (**Tabela 1**), compostas por arenitos quartzosos médios a finos, com níveis argilosos e conglomeráticos. A seção filtrante de todos os poços está localizada na referida formação.

Conforme reportado, a porção inferior dos perfis é representada pelas rochas carbonáticas mesozóicas. Convém ressaltar que nos poços onde não se verifica a interceptação dessa unidade (conforme Tabela 1, que apresenta a espessura litológica de cada pacote interceptado), as amostras das perfurações evidenciaram um nível de argilas (calcíferas ou não) de coloração amarelada a bege que marca localmente a transição entre as unidades (Barreiras e Rochas Carbonáticas). Ao serem

interceptadas as referidas argilas, optou-se por encerrar a perfuração, devido problemas construtivos operacionais, como a perda de lama de perfuração. Portanto, pode-se considerar que todos os poços são totalmente penetrantes no aquífero Barreiras.

Tabela 1. Dados litológicos e hidráulicos dos poços.

Poço	Cota topográfica (m)	Prof. (m)	Espessura litológica (m)			Nível Estático (m)*
			Dunas	Barreiras	Rochas Carbonáticas	
P-1	43,42	90	12	76	2	12,12
P-2	51,89	82	15	67	-	31,66
P-3	47,49	96	20	76	-	19,96
P-4	51,57	86	30	55	1	30,17
P-5	60,98	60	14	46	-	39,23
P-6	54,73	87	16	71	-	36,06
P-7	42,95	80	10	69	1	18,38
P-8	41,76	80	29	50	2	21,67
P-9	60,17	94	26	68	-	37,23
P-10	25,94	67	10	56	1	3,66
P-11	66,05	103	20	82	1	42,71
P-12	42,87	73	14	59	-	18,53

* Valores obtidos em janeiro de 2013

O nível estático dos poços varia de 3,66 a 42,71 m, com média de 26 m. A sequência litológica interceptada, evidenciada nos perfis de poços locais, corroboram com um caráter hidráulico livre do aquífero Barreiras na área de estudo.

4.1.2 – Fluxo subterrâneo

A potenciometria da área (**Figura 5**), elaborada a partir de medições de nível nos poços em janeiro de 2013, mostra cargas hidráulicas variando de 18 m, nas proximidades da margem do Riacho Boa Cica (margem esquerda), a 31 m, valor este observado num poço situado no extremo nordeste da área. O referido mapa realça o sentido de fluxo principal local no sentido do Riacho Boa Cica, evidenciando o aspecto influente do aquífero Barreiras no setor investigado.

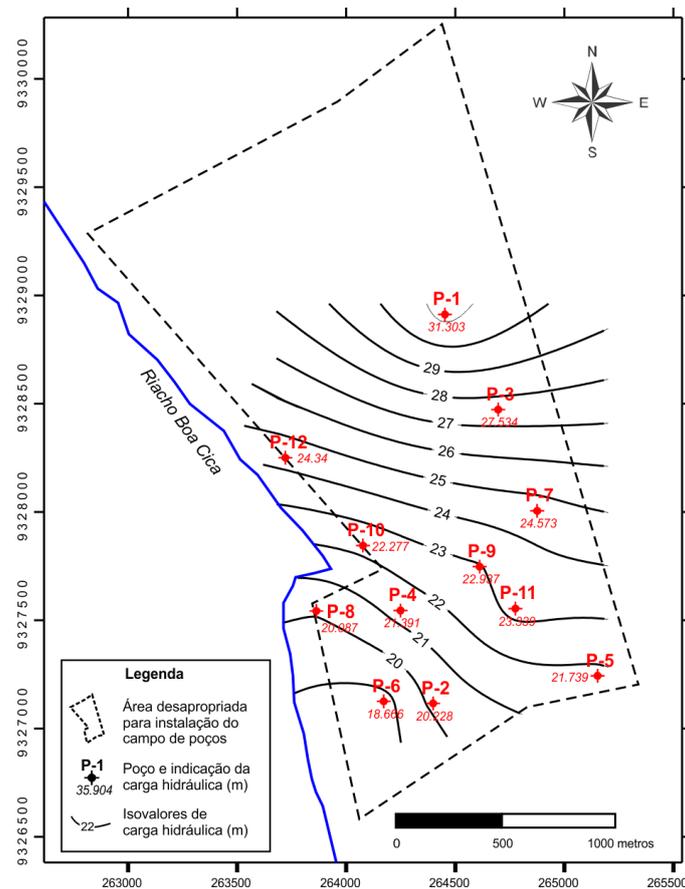


Figura 5. Mapa potiométrico do Aquífero Barreiras na região da Boa Cica, obtido em janeiro de 2013.

4.2 – Hidroquímica

Para uma melhor visualização espacial da classificação hidroquímica das águas, diagramas de Stiff foram distribuídos espacialmente sobre o mapa de fluxo das águas subterrâneas da área de estudo (**Figura 6**) e esses mesmos resultados foram plotados no diagrama hidroquímico de Piper (**Figura 7**).

Da análise dos dados dispostos nas figuras e dos resultados estatísticos expressos na **Tabela 2**, observa-se um agrupamento das águas em 2 conjuntos com características distintas, os quais:

- No Grupo 1 são agrupados 8 poços (símbolos em laranja nas **Figuras 6 e 7**), com águas tipo cloretadas sódicas. O pH médio dessas águas é 6,55, portanto classificadas como ácidas. Os sólidos totais dissolvidos variam de 28,9 a 65,41, refletindo uma média de 46,17 mg/L, portanto classificadas como águas doces. A dureza varia de 5,10 a 36,53 mg/L de CaCO₃, portanto classificadas como águas brandas. Os cátions e ânions dominantes são, respectivamente, o sódio e o cloreto.
- No Grupo 2, são agrupados 4 poços (símbolos em amarelo nas **Figuras 6 e 7**) com águas tipo bicarbonatadas cálcicas. O pH médio dessas águas é 7,6, portanto

classificadas como águas neutras a alcalinas. Os sólidos totais dissolvidos variam de 99,14 a 166,60, refletindo uma média de 130,03 mg/L, classificadas como águas doces. A dureza varia de 50,12 a 87,49 mg/L de CaCO_3 , portanto classificadas como águas pouco duras. Os cátions e ânions dominantes são, respectivamente, o cálcio e o bicarbonato.

No que diz respeito ao conteúdo de sais (expresso pelos sólidos totais dissolvidos) dessas águas, observa-se uma maior mineralização das águas do Grupo 2 quando comparadas às águas do Grupo 1.

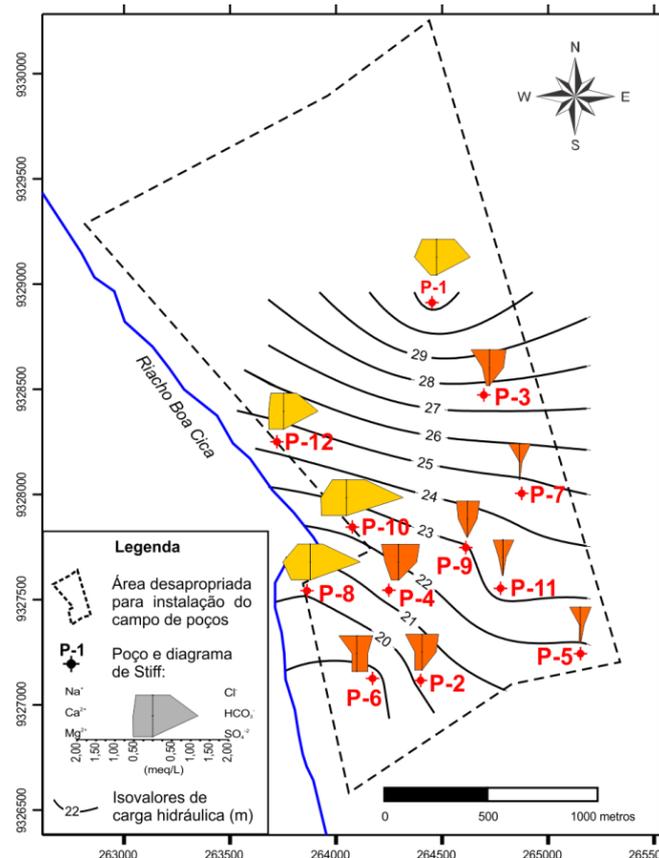


Figura 6. Diagramas de Stiff das amostras plotados sobre o mapa de fluxo das águas subterrâneas. Os símbolos laranjas destacam as águas cloretadas sódicas do Grupo 1 e os símbolos amarelos as águas bicarbonatadas cálcicas do Grupo 2.

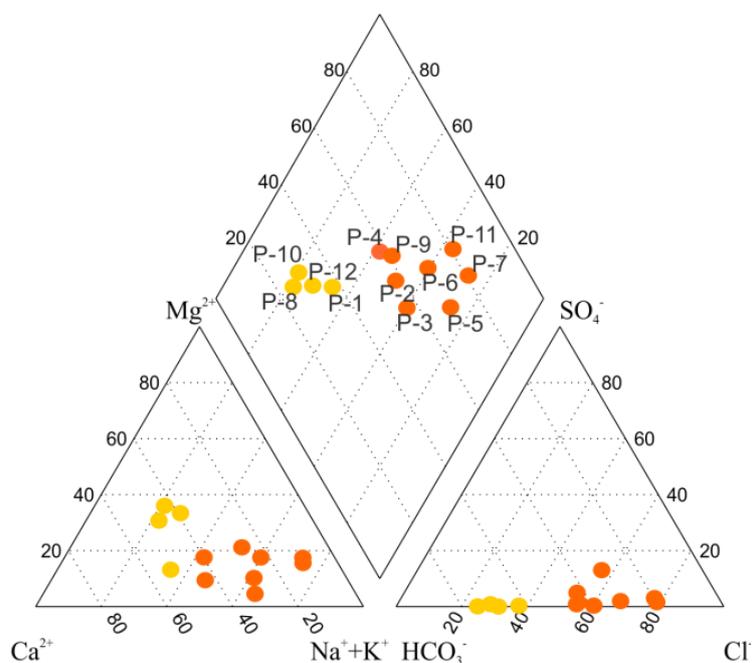


Figura 7. Diagrama de Piper. Os símbolos laranjas destacam as águas cloretadas sódicas do Grupo 1 e os símbolos amarelos as águas bicarbonatadas cálcicas do Grupo 2.

O comportamento hidroquímico do Grupo 1 reflete águas tipicamente do aquífero Barreiras. A fácies cloretada sódica está relacionada à localização da área nas proximidades da linha de costa, onde os aerossóis marinhos são enriquecidos em cloreto e sódio e, portanto, presentes nas águas precipitadas que constituem a recarga do referido aquífero. O caráter predominantemente livre do aquífero Barreiras nesse setor favorece a infiltração desses sais em direção às águas subterrâneas. O pH ácido e a baixa mineralização corroboram com a assinatura geoquímica do referido aquífero, onde a formação homônima é composta por sedimentos quartzosos com pouca ou insignificante presença de cimento carbonático.

O comportamento hidroquímico do Grupo 2, por sua vez, evidencia que as águas desses poços podem estar recebendo aporte de outras fontes, além daquelas do aquífero Barreiras, propriamente dito. Vale ressaltar que durante a execução dos poços, a metodologia de perfuração adotada consistiu em encerrar o furo imediatamente ao se interceptar o topo do pacote carbonático mesozóico e revestir o poço unicamente na Formação Barreiras. Entretanto, os resultados apresentados para as águas desse grupo revelaram uma hidroquímica com influência das rochas carbonáticas mesozóicas, na medida em que apresentam fácies bicarbonatada cálcica, o pH tendendo a alcalino e águas com dureza mais elevada quando comparada ao Grupo 1.

Tabela 2. Estatística descritiva da composição química das águas do Grupo 1 (n=8) e Grupo 2 (n=4).

	pH	STD	Dureza Total	Cálcio	Magnésio	Sódio	Potássio	Bicarbonato	Sulfato	Cloreto	
		mg/L	mg/L CaCO ₃	mg/L							
Grupo 1	Mínimo	5,90	28,90	5,10	0,51	0,31	7,10	0,00	5,92	0,56	0,00
	Máximo	7,30	65,41	36,53	9,69	2,99	15,00	2,96	36,72	7,17	2,17
	Média	6,55	46,17	16,94	4,08	1,64	11,01	0,92	19,39	2,00	0,40
	Mediana	6,65	47,25	18,27	4,42	1,29	10,98	0,71	18,95	1,02	0,00
	DP	0,47	14,25	10,76	3,00	1,02	3,55	0,89	11,79	2,25	0,77
	CV (%)	7,11	30,86	63,54	73,60	62,51	32,23	96,75	60,81	112,41	190,75
Grupo 2	Mínimo	7,20	99,14	50,12	12,07	2,79	10,63	3,67	72,25	0,56	0,31
	Máximo	7,90	166,60	87,49	18,03	10,42	12,90	6,00	117,88	1,85	0,80
	Média	7,60	130,03	68,88	15,86	7,10	11,53	5,08	92,54	1,11	0,54
	Mediana	7,65	127,19	68,96	16,67	7,59	11,29	5,32	90,01	1,01	0,53
	DP	0,32	34,17	17,00	2,78	3,19	1,00	0,99	23,21	0,54	0,27
	CV (%)	4,16	26,28	24,69	17,55	44,94	8,68	19,53	25,08	49,08	49,60

Nota: STD=Sólidos Totais Dissolvidos. DP=Desvio Padrão. CV=Coefficiente de Variação

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aquífero Barreiras na área de estudo é do tipo livre e desenvolve espessura litológica média da ordem de 63 metros. Ocorre capeado por sedimentos eólicos (dunas móveis e fixas), insaturados, e que atuam como receptores das precipitações pluviométricas, constituindo-se em fonte de recarga do referido aquífero. A potenciometria da área evidencia um fluxo principal local no sentido do Riacho Boa Cica, confirmando o caráter influente do aquífero Barreiras no setor investigado.

Os resultados hidroquímicos permitiram o agrupamento das águas em 2 conjuntos com características distintas. No Grupo 1 foram agrupadas as águas tipicamente do aquífero Barreiras: com fácies cloretada sódica, pH ácido, doces e brandas. As águas do Grupo 2 revelaram uma hidroquímica com provável influência das rochas carbonáticas mesozoicas não aflorantes na região, na medida em que apresentam bicarbonatadas cálcicas, com pH tendendo a alcalino e com dureza mais elevada quando comparada ao Grupo 1.

Esse cenário não desqualifica a água para o consumo humano, já que todos os parâmetros analisados se encontram com teores abaixo do Valor Máximo Permitido para o consumo humano (Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde), mas revela um caráter que deverá ser mais bem investigado do ponto de vista científico, haja vista a importância do aquífero Barreiras para o estado do RN.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, F.H.R, AMRO VE, VITA-FINZI C, SAAD A. Pliocene-quaternary fault control of sedimentation and coastal plain morphology in NE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 14:61-75, 2001.

COSTA, W.D. Estudos hidrogeológicos de Natal-RN. Consultoria técnica de Geologia e Engenharia Ltda. Natal, 1971. p. 20-54. Relatório inédito, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife, 2006. 1 mapa geológico, escala 1:500.000.

IPT, 1982. Estudo Hidrogeológico Regional do Estado do Rio Grande do Norte. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Relatório 15.795 - 9 volumes, São Paulo.

LUCENA, L. R. F. & QUEIROZ, M. A. 1996. Considerações sobre as influências de uma tectônica cenozóica na pesquisa e prospecção de recursos hídricos - O exemplo do litoral sul de Natal-RN, Brasil. Revista Águas Subterrâneas, São Paulo, v. 1, n° 15, p. 81-88.

LUCENA, L.R.F. Implicações tectônicas na hidrologia do Aquífero Barreiras e Sistema Lacustre do Bonfim, Nísia Floresta-RN. Natal, 1999. 105 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LUCENA, LR.F. Implicação da compartimentação estrutural no Aquífero Barreiras na área da bacia do Rio Pirangi-RN. Curitiba, 2005. 151 p. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná.

MELO, G.J.; REBOUÇAS, A.C.; QUEIROZ, M.A. Análise dos componentes hidrogeológicos da área de Natal-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, VIII. Recife. Anais... Recife: ABAS. 1994. p. 471-480.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011. Portaria nº 2014/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

NOGUEIRA, A.M.B. O Cenozóico continental da região de Natal-RN. Recife, 1982. 219 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.

NOGUEIRA, F.C.C.; BEZERRA, F.H.R.; CASTRO, D.L. Deformação rúptil em depósitos da Formação Barreiras na porção leste da Bacia Potiguar. Geologia USP Série Científica, 6: 51-59, 2006.