

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS DO AQÜÍFERO BARREIRAS NO ÂMBITO DO SETOR ORIENTAL DA BACIA DO RIO PIRANGI-RN

Leandson Roberto F. de Lucena¹
Ernani Francisco da Rosa Filho¹
André Virmond Lima Bittencourt¹

RESUMO

O presente artigo compreende uma síntese de estudos preliminares efetuados sobre as características hidroquímicas do Aqüífero Barreiras no âmbito do setor oriental da bacia do Rio Pirangi, litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte. Adicionalmente, foi realizado uma avaliação da adequabilidade deste manancial com vistas ao consumo humano e irrigação. Os resultados analíticos obtidos permitiram classificar a grande maioria das amostras como águas do tipo cloretada-sódica, evidenciando, dentre outros aspectos, a influência da proximidade da linha de costa. Em termos de adequabilidades, a maioria das amostras avaliadas mostraram-se dentro do padrão de aceitação para o consumo humano em suas condições naturais. Alguns poucos poços, contudo, apresentaram determinados parâmetros físicos inadequados ao consumo sem tratamento prévio, fato associado às características construtivas dessas captações ou mesmo nos seus respectivos desenvolvimentos. No tocante a irrigação, as amostras evidenciaram águas com valores reduzidos de salinidade e fraco risco de formação de teores nocivos de sódio susceptível de troca, possibilitando a utilização das mesmas sem restrições aos diversos tipos de culturas.

Palavras-chave: Hidroquímica, adequabilidades, Aqüífero Barreiras, bacia do Rio Pirangi.

ABSTRACT

This paper presents preliminary results on the hydrochemical characteristics of the Barreiras Aquifer. The data here presented is from the eastern side of the Pirangi River Basin, in NE Brazil. Additionally, an evaluation of the adequacy of this water resource for both agricultural and human usage was carried out. Previous analytic results allowed us to classify the majority of the samples as sodic-cloretated water, as a result of the proximity of this region to the coast line. The majority of the water samples from this region shown are with the accepted standards for human consumption in their natural conditions. Water samples taken from some wells, however, presented inadequate physical parameters for human consumption. This is due to building characteristics of the wells and their management. For agricultural purposes, the water samples showed reduced salinity values and a weak risk of ionic sodium, which would allow the usage of this water for agricultural purposes.

Key-words: Hydrochemistry, adequability, Barreiras Aquifer, Pirangi River basin.

1 – INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DO TRABALHO

Estudos da composição das águas de mananciais subterrâneos são de fundamental importância, sobretudo em áreas com crescente adensamento populacional, onde se busca uma otimização do aproveitamento do mesmo em condições de uso doméstico. Dessa forma, O presente trabalho apresenta os resultados iniciais no

que diz respeito às características hidroquímicas e adequabilidades das águas subterrâneas inseridas no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte. Ressalta-se aqui a carência de tais estudos nesta região, principalmente se comparado àqueles existentes além dos seus limites norte e sul, respectivamente a região

¹ LPH-UFPR, Centro Politécnico – Jd. Das Américas – 81531-990 – Curitiba-PR. Fone/Fax: (41)267-7910.

metropolitana da capital Natal e o sistema lacustre do Bonfim.

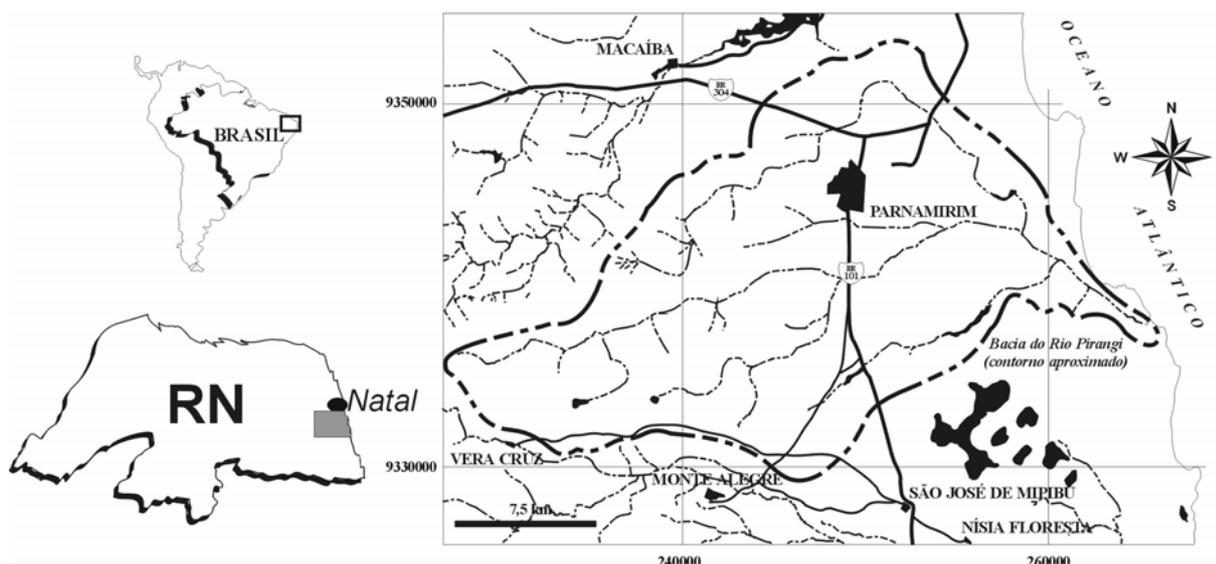
A análise dos constituintes físico-químicos das águas do aquífero local, permitiu classificar as mesmas segundo o padrão de aceitação para consumo humano, expresso pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) N° 1469, de 29 de dezembro de 2000. Adicionalmente, foi realizada uma classificação de tais águas para a irrigação, tendo em vista a ocorrência de áreas

agricultáveis nas proximidades dos núcleos municipais locais, com base nos valores de condutividade elétrica e de RAS (razão de adsorção de sódio).

2 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região ora estudada situa-se a sul da cidade de Natal-RN, litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte, abrangendo parte dos municípios de Parnamirim, Nísia Floresta e São José de Mipibú-RN (figura 1).

Figura 1 – Localização da área.



3 – O CONTEXTO GEOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

A geologia da área é constituída estratigraficamente pelo embasamento cristalino Pré-cambriano, sotoposto a sedimentos cretácicos (este constituído por uma seqüência arenítica basal e outra carbonática no topo) e capeados por unidades cenozóicas, na qual apenas estas últimas são aflorantes. Dentre estas unidades cenozóicas, destacam-se o Grupo Barreiras (de idade Terciária-Quaternária) e toda a sedimentação quaternária, composta por diversas gerações de dunas, coberturas arenosas bem como sedimentos praias e aluvionares. O arcabouço tectono-estrutural é formado por uma complexa estruturação regional (Bezerra *et al*, 1993; Lucena & Queiroz, 1996; Coriolano *et al*, 1998), caracterizada em três direções principais: NW, NE e E-W, aproximadamente, além de uma quarta direção, menos expressiva e não individualizada em escala de mapa, com orientação geral N-S. Estas direções estruturais foram denominadas de

alinhamentos morfotectônicos ou mesmo falhamentos, quando possível a quantificação de rejeitos e/ou feições apropriadas no terreno.

O contexto hidrogeológico alvo do presente estudo é representado pelo Aquífero Barreiras. Este, de caráter local livre a semi-confinado, é responsável pelo abastecimento da maioria das cidades da faixa litorânea oriental do Estado, incluindo a capital Natal. Apresenta-se, sob o ponto de vista litológico, bastante heterogêneo, envolvendo desde arenitos pouco argilosos a conglomeráticos, até argilas. Esta composição diversificada, somada à variações de espessuras saturadas (geralmente decorrentes do arcabouço tectono-estrutural da área), resulta em vazões explotáveis igualmente variáveis, em geral da ordem de 5 m³/h a 100 m³/h.

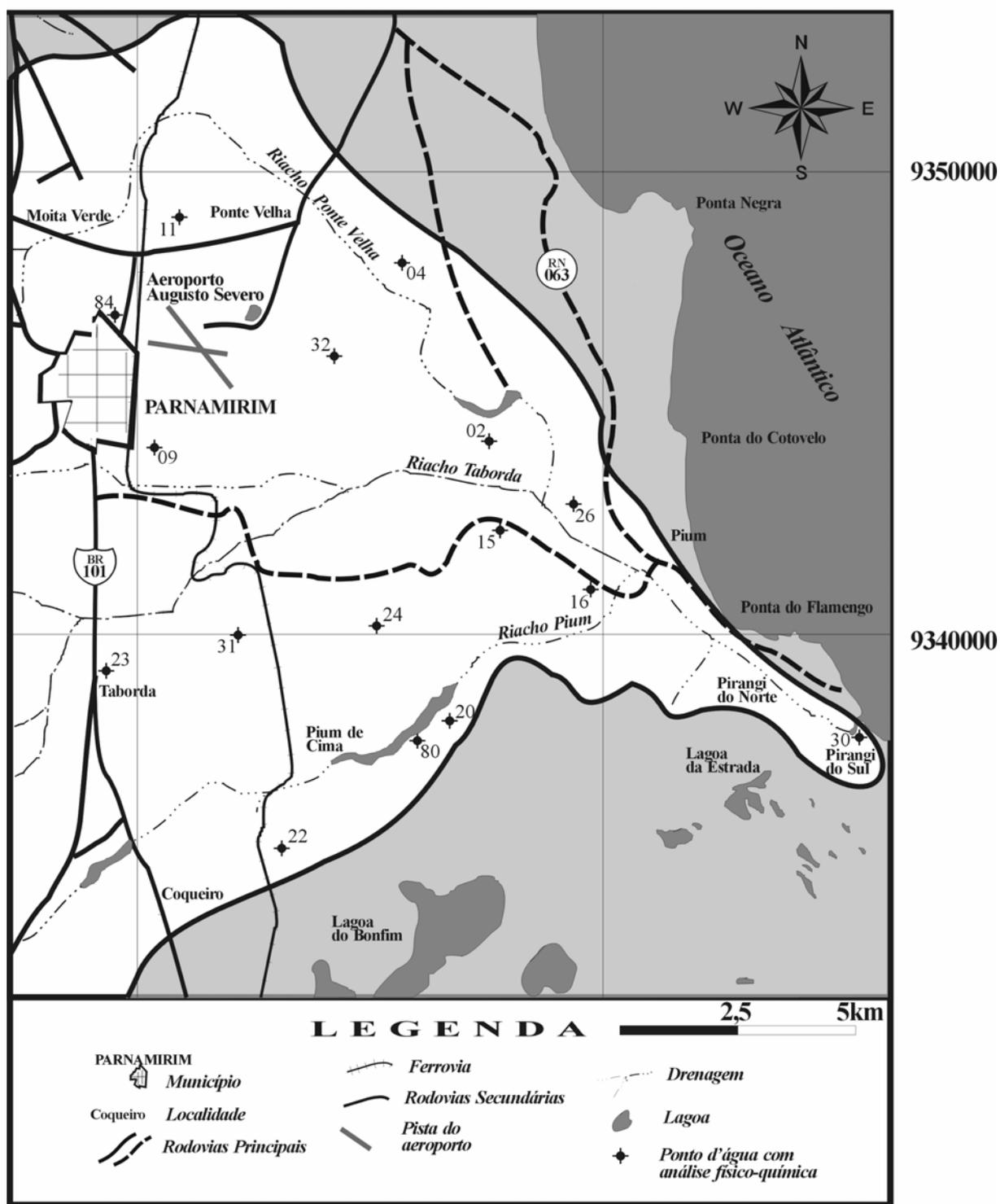
4 – METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia geral de trabalho compreendeu inicialmente a coleta de 16 amostras de águas subterrâneas em poços

tubulares do Aquífero Barreiras, especialmente bem distribuídos e inseridos no setor oriental da bacia do Rio Pirangi (figura 2). Tais amostras foram coletadas após um bombeamento dos respectivos poços por um período mínimo de cerca de

15 minutos, com vistas à obtenção de dados representativos do manancial subterrâneo, em que se minimiza a coleta de águas estagnadas e/ou contaminadas no interior da captação.

Figura 2 – Localização dos poços, inseridos no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, com coleta de amostras para análise físico-química.



Este processo de amostragem determinação em laboratório dos seguintes apresentou como objetivo principal a parâmetros físico-químicos: temperatura

(°C), cor (uH), turbidez (UT), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), sólidos totais a 105°C (mg/L), sólidos dissolvidos totais (mg/L), sólidos em suspensão (mg/L), alcalinidade total (mg/L CaCO_3), alcalinidade de hidróxido (mg/L CaCO_3), alcalinidade de carbonato (mg/L CaCO_3), alcalinidade de bicarbonato (mg/L CaCO_3), dureza total (mg/L CaCO_3), nitrogênio amoniacal (mg/L N-NH_3), nitrito (N-NO_2^-), nitrato (N-NO_3^-), cálcio (mg/L Ca^{2+}), magnésio (mg/L Mg^{2+}), sódio (mg/L Na^+), potássio (mg/L K^+), ferro (mg/L Fe_{Total}), carbonato (mg/L CO_3^{2-}), bicarbonato (mg/L HCO_3^-), sulfato (mg/L SO_4^-) e cloreto (mg/L Cl^-).

As amostras de águas subterrâneas foram coletadas em uma única etapa, realizada durante o mês de setembro/2001. O procedimento básico adotado nesta campanha de amostragem consistiu na tomada de um volume de cerca de 2,0L de água em recipiente plástico de polietileno, lavado e esterilizado, sendo em seguida fechado, de modo a não acumular o ar atmosférico no seu interior. Tais recipientes foram lavados em campo com as próprias águas a serem coletadas por duas ou três vezes antes da coleta final.

A metodologia utilizada para a análise dos parâmetros citados foi baseada nos métodos padrões para a análise de águas propostos pela *American Public Health Association* (APHA), *American Water Works Association-AWWA* e *Water Environment Federation-WEF* (1998). Após a obtenção dos resultados analíticos para os parâmetros físico-químicos, os mesmos foram submetidos a testes de consistência, através do cálculo da diferença do balanço iônico-DBI, onde adotou-se um erro máximo permissível de 10% (Feitosa & Manoel Filho, 1997). Posteriormente os dados foram tratados através da construção de tabelas comparativas, utilizando-se o *software Excel for Windows*, além da elaboração de diagramas hidrogeoquímicos.

5 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO HIDROQUÍMICA

Os resultados das análises físico-químicas encontram-se sintetizados na tabela 1. A classificação e comparação de grupos distintos de águas, quanto aos íons dominantes, constitui-se num passo inicial para o entendimento do quimismo das mesmas, o qual determinará os principais

usos a que tais águas podem ser destinadas. Para tanto, são utilizados diversos gráficos e diagramas, os quais permitem o manejo e o estudo de diferentes análises químicas simultaneamente. Dentre esses, o diagrama de Piper (Piper, 1944) é um dos mais costumeiramente utilizados na classificação hidroquímica de águas. Uma das principais vantagens do mesmo é a possibilidade de se trabalhar com um grande número de análises, classificando diferentes grupos amostrados quanto aos íons dominantes.

Diante do exposto, visando classificar as águas subterrâneas do Aquífero Barreiras no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, os resultados das análises físico-químicas foram plotados em um diagrama de Piper, evidenciando os valores dos íons dominantes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, HCO_3^- , SO_4^- e Cl^-) expressos em unidade de meq/L. Os valores destes íons foram plotados inicialmente em dois triângulos, de cátions e ânions, sendo posteriormente projetados para um losango, possibilitando a classificação e individualização de eventuais distintos grupos de águas.

A adoção dessa metodologia permitiu classificar a grande maioria das amostras como águas do tipo cloretada-sódica (figura 3). A maioria das amostras evidenciou uma homogeneidade quanto a constituição dos cátions e ânions principais. Dentre os aspectos mais marcantes, destaca-se a configuração de uma tendência ao enriquecimento dos íons " Na^+ " e " Cl^- ", possivelmente associada à proximidade da linha de costa. Neste aspecto, vale ressaltar que a característica cloretada-sódica das amostras está diretamente relacionada com o *spray* salino e a provável presença desses elementos na precipitação pluviométrica local, somado ao fato do Aquífero Barreiras possuir caráter local predominantemente livre (favorecendo a infiltração de tais elementos) e à presença de campos dunares capeando determinadas áreas de ocorrência do aquífero (considerando que estes depósitos resultam da ação eólica sobre sedimentos arenosos praias). Algumas amostras, contudo, apresentaram um incremento relativo dos íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e HCO_3^- , fato este que ocasionou uma classificação das mesmas como águas bicarbonatadas mistas (2 amostras) e cloretada mista (1 amostra).

Tabela 1 – Síntese dos resultados das análises físico-químicas.

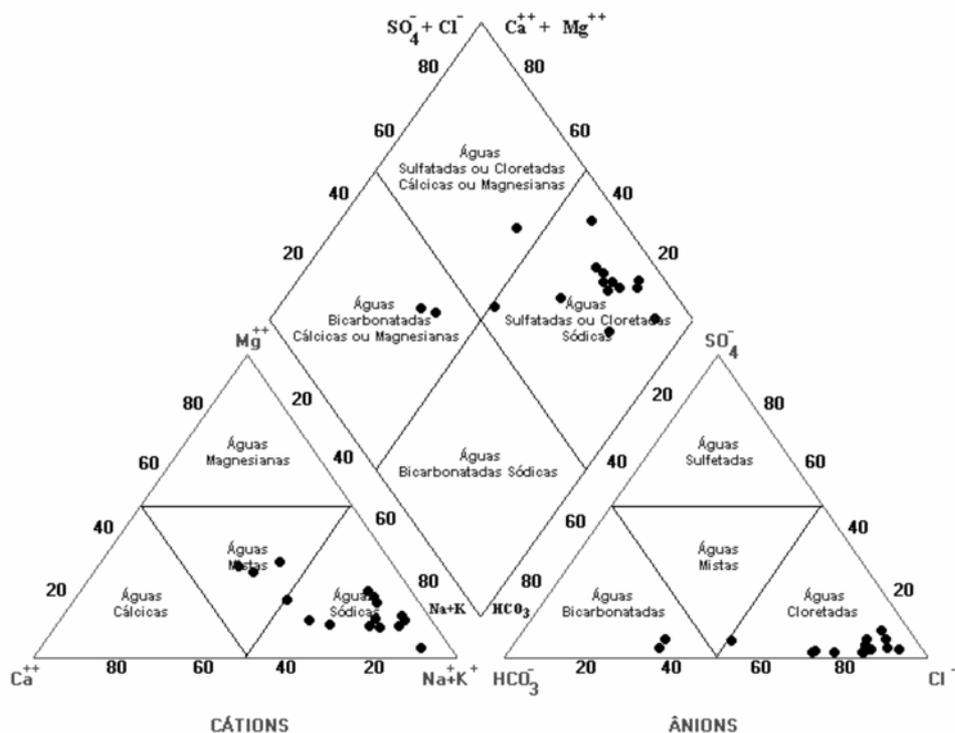
PARÂMETRO	VMP *	Resultados analíticos															
		NÚMERO DE REFERÊNCIA (POÇOS TUBULARES)															
		20	31	32	09	84	26	16	15	24	22	23	11	04	02	80	30
Temperatura (°C)	---	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Cor (uH)	15	0	>100	>100	0	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0
Turbidez (UT)	5	0	>200	>200	0,05	0,05	0	0,1	0,15	2,16	0,1	0,1	0	0,05	0	0,2	0,05
PH	6 - 9,5	5,8	7,6	5,5	6,8	6,3	6,8	6,4	6,6	6	5,9	6,3	5,8	6	6,2	6,8	7,5
Condutividade elétrica (µS/cm)	---	51,2	196,8	39,2	120,5	142,6	71,3	271,2	79,3	47,2	91,4	64,3	73,3	51,2	163,7	74,3	130,6
Sólidos totais a 105°C (mg/L)	---	34,82	4019	1553	81,94	96,97	48,48	184,42	53,92	214,0	62,15	43,72	49,84	34,82	111,32	50,52	88,81
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	1000	34,82	1000	988	81,94	96,97	48,48	184,42	53,92	96,0	62,15	43,72	49,84	34,82	111,32	50,52	88,81
Sólidos em suspensão (mg/L)	---	0,00	3019	565	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alcalinidade total (mg/L CaCO ₃)	---	1,31	67,63	1,69	11,45	5,45	5,81	7,79	8,17	2,82	4,97	4,51	2,34	3,00	7,13	18,59	43,77
Alcalinidade de hidróxido (mg/L CaCO ₃)	---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alcalinidade de carbonato (mg/L CaCO ₃)	---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alcalinidade de bicarbonato (mg/L CaCO ₃)	---	1,31	67,63	1,69	11,45	5,45	5,81	7,79	8,17	2,82	4,97	4,51	2,34	3,00	7,13	18,59	43,77
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	500	4,53	64,44	11,07	24,17	16,62	6,04	21,15	13,09	5,04	10,07	7,55	6,54	7,05	21,15	18,12	45,32
Nitrogênio amoniacal (mg/L N-NH ₃)	1,5	0,02	0,17	0,09	0,04	0,11	0,32	0,05	0,12	0,13	0,07	0,13	0,19	0,15	0,11	0,12	0,03
Nitrito (mg/L N-NO ₂ ⁻)	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nitrato (mg/L N-NO ₃ ⁻)	10	0,05	0,19	0,56	4,31	6,19	3,14	3,28	1,85	0,01	0,33	0,29	1,33	0,69	5,02	0,00	0,00
Cálcio (mg/L Ca ²⁺)	---	0,60	14,31	3,22	4,43	2,41	0,86	4,03	3,73	1,21	2,62	1,61	0,80	1,00	2,82	5,04	10,08
Magnésio (mg/L Mg ²⁺)	---	0,73	6,97	0,73	3,18	2,57	1,00	2,69	0,86	0,49	0,95	0,86	0,10	1,26	3,42	1,75	4,83
Sódio (mg/L Na ⁺)	200	9,15	14,81	7,15	12,61	17,45	13,90	45,45	11,11	8,01	14,45	8,88	12,11	7,41	21,33	7,05	8,63
Potássio (mg/L K ⁺)	---	0,83	5,38	0,83	6,54	5,77	0,42	0,50	0,42	0,50	0,42	3,33	0,83	0,83	5,77	4,17	2,92
Ferro (mg/L Fe _{Total})	0,3	0,01	22,00	22,40	0,04	0,03	0,03	0,04	0,06	0,35	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,11	0,05
Carbonato (mg/L CO ₃ ²⁻)	---	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mg/L HCO ₃ ⁻)	---	1,60	82,50	2,06	13,98	6,65	7,10	9,51	9,97	3,44	6,07	5,50	2,86	3,67	8,71	22,69	53,40
Sulfato (mg/L SO ₄ ²⁻)	250	0,27	4,97	1,95	0,22	0,00	0,00	4,59	0,00	1,08	0,43	0,00	0,43	0,22	1,45	1,57	1,14

PARÂMETRO	VMP*	Resultados analíticos															
		NÚMERO DE REFERÊNCIA (POÇOS TUBULARES)															
		20	31	32	09	84	26	16	15	24	22	23	11	04	02	80	30
Cloro (mg/L Cl ⁻)	250	16,53	28,24	16,23	23,12	25,31	12,23	70,60	15,69	15,02	25,39	18,83	19,13	13,95	34,51	15,26	17,46

Valor máximo permitido para padrão de aceitação para consumo humano: Portaria MS 1469/00

Parâmetros acima do VMP

Figura 3 – Diagrama de Piper para as amostra de águas subterrâneas.



6 – USOS E ADEQUAÇÕES DAS ÁGUAS

A composição físico-químicas permitiu a classificação e a separação de diferentes tipos de águas para usos específicos. No presente trabalho, foi efetuada uma análise das características físico-químicas das amostras de águas subterrâneas, com ênfase à adequação das mesmas para o consumo humano e para a irrigação.

6.1 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS QUANTO AO CONSUMO HUMANO

Para efetuar esta classificação, tomou-se como base a tabela comparativa apresentada no tópico 5, a qual compreende os resultados obtidos para os diferentes parâmetros físico-químicos, além do valor máximo permitido (VMP) para consumo humano, de cada parâmetro, segundo a Portaria MS N° 1469, de 29 de dezembro de 2000. Dessa forma, foi possível efetuar uma

comparação entre os diferentes parâmetros analisados e os valores máximos permitidos pela referida portaria, permitindo a classificação das águas subterrâneas como propícias ou não para o consumo humano. Neste aspecto, o padrão de qualidade ambiental das águas objetiva, em última análise, a proteção da saúde pública e o controle de substâncias potencialmente prejudiciais à saúde da população (Feitosa & Manoel Filho, 1997).

A maioria das amostras avaliadas mostra-se dentro do padrão de aceitação para o consumo humano em suas condições naturais. Contudo, os valores de pH obtidos para as águas dos poços 11, 20, 22 e 32, são citados no presente estudo como fora da faixa recomendada para o sistema de distribuição pelo Ministério da Saúde. As amostras relacionadas aos poços 24, 31 e 32 mostraram-se igualmente fora dos

padrões para consumo humano, sem tratamento prévio, conforme estabelecidos pela Portaria N° 1469/00. As análises da água dos poços 31 e 32 evidenciaram valores referentes aos parâmetros cor, turbidez e Fe_{Total} acima do VMP, enquanto que o poço 24 apresentou apenas o teor de Fe_{Total} acima do VMP.

Os valores de cor, turbidez e de Fe_{Total} que se apresentaram acima do VMP merecem uma investigação mais apurada, uma vez que podem estar refletindo problemas de construção (desenvolvimento dos poços), limpeza ou mesmo desgaste de tubulações (provavelmente de ferro galvanizado), fazendo com que as águas oriundas desses poços não sejam utilizadas para o consumo humano. Somado a isso, os valores anômalos específicos de Fe_{Total} detectados nos poços 31 e 32 devem ser encarados com reservas, tendo em vista os mesmos tratem-se de piezômetros e necessitem de um maior tempo de bombeamento antecedente à coleta das respectivas amostras.

6.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO

Dentre as diversas técnicas de classificação das águas destinadas ao uso na agricultura, uma das mais aceitas internacionalmente corresponde àquela utilizada pelo Laboratório Norte-americano

de Salinidade (*United States Salinity Laboratory-USSL, in Feitosa & Manoel Filho, 1997*). Esta técnica é baseada na condutividade elétrica (C) e na razão de adsorção de sódio (RAS), as quais são plotadas em um diagrama contendo as diferentes categorias de águas para irrigação. Estes valores denotam, em última análise, a susceptibilidade do solo à salinização, possibilitando a Agronomia identificar os tipos de cultura mais ou menos compatíveis com estas características físico-químicas.

Para obter a classificação das amostras coletadas quanto à irrigação, foram inicialmente calculados os respectivos valores da RAS (tabela 2), através da seguinte equação:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca + Mg)}{2}}}$$

Os valores dos íons sódio, cálcio e magnésio são utilizados na equação acima em unidades de meq/L. Posteriormente, utilizando-se os valores de condutividade elétrica (C) e da RAS, foi plotado um ponto no diagrama acima citado, correspondente a cada amostra, permitindo a obtenção do tipo de classe e os principais usos na irrigação de culturas.

Tabela 2 – Classificação das águas do Aquífero Barreiras para fins de irrigação, com base o cálculo da razão de adsorção do sódio (RAS) e condutividade elétrica (C).

Parâmetros	Número de Referência (Poços Tubulares)															
	20	31	32	09	84	26	16	15	24	22	23	11	04	02	80	30
Na (meq/L)	0.398	0.644	0.311	0.548	0.759	0.605	1.977	0.483	0.348	0.629	0.386	0.527	0.322	0.928	0.307	0.375
Ca (meq/L)	0.030	0.714	0.161	0.221	0.120	0.043	0.201	0.186	0.060	0.131	0.080	0.040	0.050	0.141	0.251	0.503
Mg (meq/L)	0.600	0.573	0.060	0.262	0.211	0.082	0.221	0.071	0.040	0.078	0.071	0.008	0.104	0.281	0.144	0.397
C (µS/cm)	51.2	196.8	39.2	120.5	142.6	71.3	271.2	79.3	47.2	91.4	64.3	73.3	51.2	163.7	74.3	130.6
RAS	0.709	0.803	0.936	1.115	1.866	2.420	4.304	1.347	1.556	1.946	1.405	3.402	1.160	2.020	0.691	0.559
C	C ₀	C ₁	C ₀	C ₁	C ₁	C ₀	C ₂	C ₀	C ₁	C ₀	C ₁					
S	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁

OU

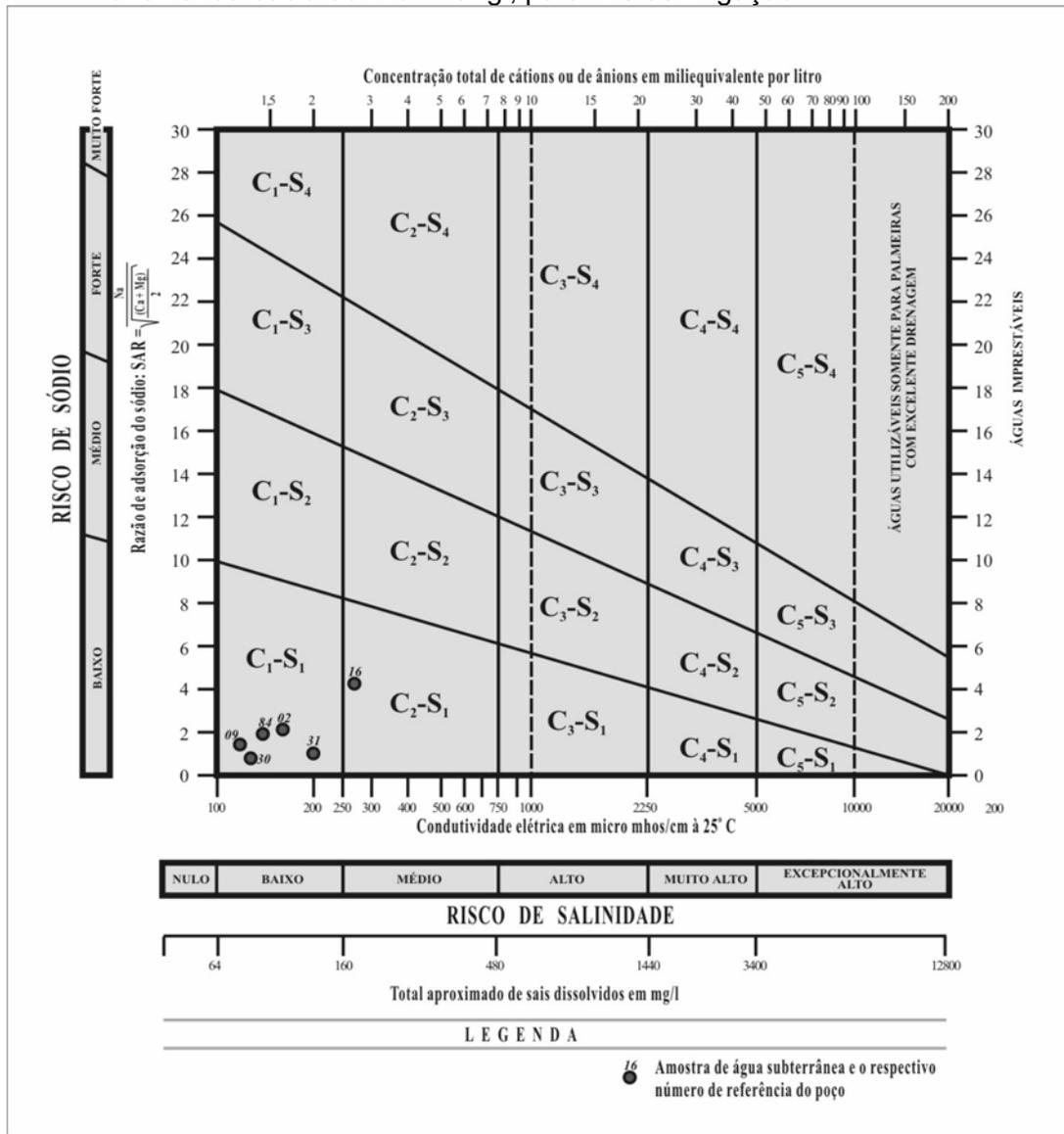
Parâmetros	Número de Referência (Poços Tubulares)							
	20	31	32	09	84	26	16	15
Na (meq/L)	0.398	0.644	0.311	0.548	0.759	0.605	1.977	0.483
Ca (meq/L)	0.030	0.714	0.161	0.221	0.120	0.043	0.201	0.186
Mg (meq/L)	0.600	0.573	0.060	0.262	0.211	0.082	0.221	0.071
C (μ S/cm)	51.2	196.8	39.2	120.5	142.6	71.3	271.2	79.3
RAS	0.709	0.803	0.936	1.115	1.866	2.420	4.304	1.347
C	C ₀	C ₁	C ₀	C ₁	C ₁	C ₀	C ₂	C ₀
S	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁

Parâmetros	Número de Referência (Poços Tubulares)							
	24	22	23	11	04	02	80	30
Na (meq/L)	0.348	0.629	0.386	0.527	0.322	0.928	0.307	0.375
Ca (meq/L)	0.060	0.131	0.080	0.040	0.050	0.141	0.251	0.503
Mg (meq/L)	0.040	0.078	0.071	0.008	0.104	0.281	0.144	0.397
C (μ S/cm)	47.2	91.4	64.3	73.3	51.2	163.7	74.3	130.6
RAS	1.556	1.946	1.405	3.402	1.160	2.020	0.691	0.559
C	C ₀	C ₀	C ₀	C ₀	C ₀	C ₁	C ₀	C ₁
S	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁	S ₁

Considerando um universo de 16 amostras analisadas, apenas 6 apresentaram valores de "C" iguais ou superiores a 100 μ S/cm, o qual corresponde ao valor mínimo a ser utilizado/plotado no referido diagrama (figura 4). As demais 10 amostras apresentaram valores de "C" inferiores a 100 μ S/cm (tabela 2), o que classifica as mesmas como do tipo "C₀", ou seja, águas de muito baixa salinidade que podem ser utilizadas sem restrição para a irrigação. Com relação à sodicidade, estas mesmas 10 amostras foram classificadas como do tipo "S₁" (fraco risco de formação

de teores nocivos de sódio susceptível de troca). Apenas uma amostra (poço de número referencial 16), apresentou uma condutividade elétrica da ordem de 270 μ S/cm, fato que a classifica como "C₂" (salinidade média) no referido diagrama. Todavia, as características locais dos solos, neste caso predominantemente siltico-arenosos a areno-argilosos com uma lixiviação relativamente moderada, permite o cultivo de vegetais com baixa tolerância salina (Feitosa & Manoel Filho, 1997).

Figura 4 – Diagrama de classificação de águas do Aquífero Barreiras, inserido no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, para fins de irrigação.



7 – SÍNTESE CONCLUSIVA

Em linhas gerais, as águas do Aquífero Barreiras inseridas no setor oriental da bacia do Rio Pirangi foram classificadas como sendo do tipo cloretada-sódica. Estas, podem ainda serem enquadradas no intervalo das classes "Especial" (águas sem necessidade prévia ou simples desinfecção) a "Classe 1" (requerendo tratamento prévio simplificado), no tocante ao consumo humano e de acordo com a resolução CONAMA (1986). Apesar dos teores de nitrato observados nos poços 02, 09 e 84 estarem abaixo do VMP, sugere-se que os mesmos sejam continuamente monitorados, uma vez que os teores do referido íon encontrados nas águas dos mesmos (5,02; 4,31 e 6,19 mg/L N-NO₃⁻, respectivamente) já podem ser considerados como

preocupantes, tendo em vista o VMP ser de 10,0 mg/L N-NO₃⁻.

Sob o ponto de vista de utilização das águas do aquífero para fins de irrigação, as amostras analisadas no presente estudo revelam que, no âmbito da bacia do Rio Pirangi, este manancial subterrâneo apresenta excelentes características físico-químicas à sua utilização nos mais diversos tipos de culturas, face ao baixo risco de sodicidade (baixa razão de adsorção de sódio) e risco de salinidade baixo ou nulo.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) & WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). 1998. Standard

- methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: APHA,. 1v.
- BEZERRA, F. H. R.; LUCENA, L. R. F. DE; SAAD, A.; MOREIRA, J. A. M.; LINS, F. A. P. L.; NOGUEIRA, A. M. B.; MACEDO, J. W. P.; NAZARÉ JR. D. 1993. Estruturação neotectônica do litoral de Natal-RN, com base na correlação entre dados geológicos, geomorfológicos e gravimétricos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, IV. 1993, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte-MG. SBG, Núcleo MG. Bol. 12: p. 317-321.
- BRASIL, Ministério da Saúde. 2000. Portaria MS nº 1469 de Junho de 2000. Ministério da Saúde, Brasília-DF. 17p.
- CONAMA. 1986. Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 20, 18 de junho de 1986. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Brasília-DF. 18p.
- CORIOLOANO, A.C.F.; LUCENA, L.R.F.; JARDIM DE SÁ, E.F.; SAADI, A. 1998. A deformação quaternária no litoral oriental do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, VIII. Lençóis, 1997. Anais... Lençóis-BA, SBG. P. 67-70.
- FEITOSA, F.A.C. & MANOEL FILHO. 1997. *Hidrogeologia - conceitos e aplicações*. Fortaleza, CPRM/REFO, LABHID-UFPE. 2ª ed. 391 p.
- 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*, ABAS. Vol. 1, nº 15: 81-88.
- PIPER, A.M. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *Trans. Amer. Geophysical Union*, vol. 25: 914-928.