

ASPECTOS HIDROQUÍMICOS DO AQUÍFERO BARREIRAS NA ÁREA DA BACIA DO RIO PIRANGI-RN/BRASIL E ADEQUAÇÕES PARA USO HUMANO E IRRIGAÇÃO.

Leandson Roberto F. de Lucena¹, João Batista Pereira Cabral², Valter Antonio Becegato³
(1 - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-EMPARN - leandson_Lucena@yahoo.com.br. 2 - Fundação Educacional de Jataí/Universidade Federal de Goiás - jbcabral2000@yahoo.com.br. 3 - Universidade do Estado de Santa Catarina –UDESC - becegato@cav.udesc.br)

RESUMO

O presente artigo compreende uma síntese de estudos preliminares efetuados sobre as características hidroquímicas do Aquífero Barreiras no âmbito do setor oriental da bacia do Rio Pirangi, litoral leste do Estado do Rio Grande do Norte. Adicionalmente, foi realizada uma avaliação da adequabilidade deste manancial com vistas ao consumo humano e irrigação, além da influência da estruturação regional nesse contexto. 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 mostrou-se dentro do padrão de aceitação para o consumo humano em suas condições naturais. Alguns poucos poços, entretanto, 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 baixo 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: Aquífero Barreiras, bacia do Rio Pirangi, hidroquímica, adequabilidades.

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, as well as the influence of its regional structuring. Previous analytic results allowed us to classify the majority of the samples as sodic-clorated 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.

Keywords: Barreiras Aquifer, Pirangi River basin, hydrochemistry, adequability.

1 – Introdução e objetivos

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 uma síntese preliminar das características hidroquímicas e adequabilidades das águas do Aquífero Barreiras 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 metropolitana da capital Natal e o sistema lacustre do Bonfim.

A análise dos constituintes físico-químicos das águas do aquífero local permitiu classificá-las segundo o padrão de aceitação para consumo humano, expresso pela Portaria do Ministério da Saúde (MS) N^o 1469, de 02 de janeiro de 2001, além de uma classificação para fins de irrigação. Esta última, efetuada com base nos valores de condutividade elétrica e de RAS (razão de adsorção de sódio), deve-se à ocorrência de áreas agricultáveis nas proximidades dos núcleos municipais locais.

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).

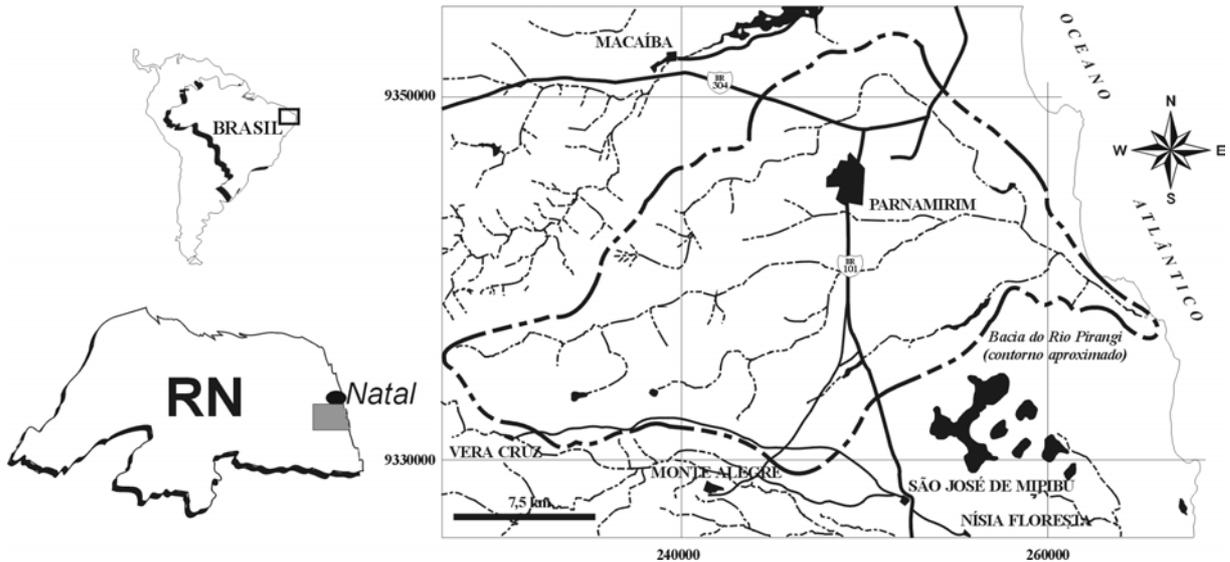


Figura 1 – Localização da área.

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, destaca-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 e 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 a 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 geral

A metodologia geral de trabalho compreendeu inicialmente a coleta de 16 amostras em poços tubulares do Aquífero Barreiras, espacialmente bem distribuídos e inseridos no setor oriental da bacia do Rio Pirangi (figura 2). A amostragem foi precedida de 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.

Este processo de amostragem apresentou como objetivo principal a determinação em laboratório dos seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura (°C), cor (uH), turbidez (UT), pH, condutividade elétrica (µS/cm), sólidos totais a 105°C (mg/L), sólidos dissolvidos totais (mg/L), sólidos em suspensão (mg/L), alcalinidade total (mg/L CaCO₃), alcalinidade de hidróxido (mg/L CaCO₃), alcalinidade de carbonato (mg/L CaCO₃), alcalinidade de bicarbonato (mg/L CaCO₃), dureza total (mg/L CaCO₃), nitrogênio amoniacal (mg/L N-NH₃), nitrito (N-NO₂⁻), nitrato (N-NO₃⁻), cálcio (mg/L Ca²⁺), magnésio (mg/L Mg²⁺), sódio (mg/L Na⁺), potássio (mg/L K⁺), ferro (mg/L Fe_{Total}), carbonato (mg/L CO₃²⁻), bicarbonato (mg/L HCO₃⁻), sulfato (mg/L SO₄⁻) e cloreto (mg/L Cl⁻).

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 igualmente lavados com as próprias águas a serem coletadas por três vezes antes da coleta final.

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 se adotou um erro máximo permissível de 10% (*in* Feitosa e Manoel Filho, 1997). Posteriormente os dados foram tratados através da construção de tabelas comparativas e elaboração de diagramas hidrogeoquímicos.

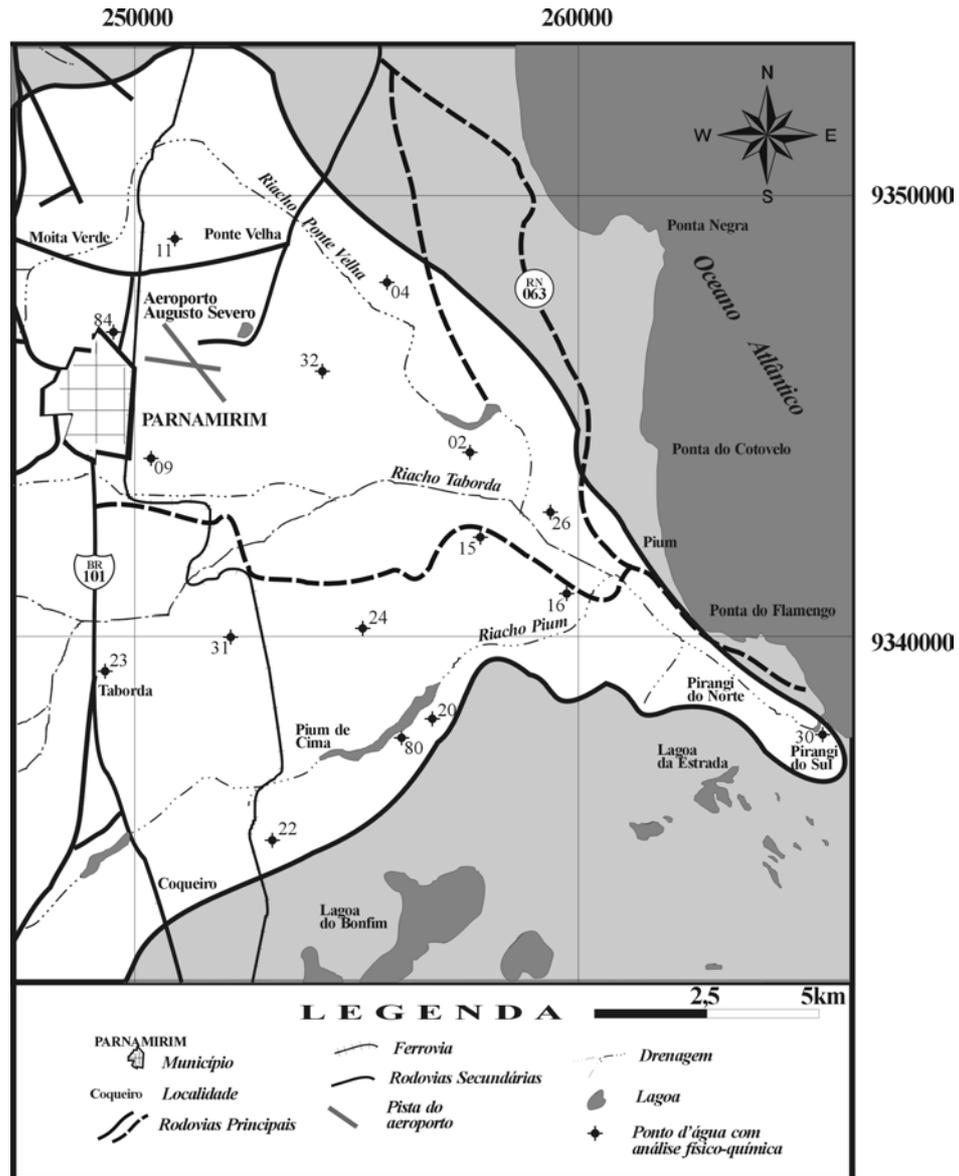


Figura 2 – Localização dos poços, inseridos no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, com coleta de amostras para análise físico-química.

5 – Apresentação dos resultados e classificação hidroquímica

Os resultados das análises físico-químicas encontram-se sintetizados na tabela 1, enquanto que o diagrama de Piper (Piper, 1944) da figura 3 exibe a classificação das águas do Aquífero Barreiras, com base nos valores dos íons dominantes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, HCO_3^- , SO_4^- e Cl^-) expressos em unidade de meq/L.

A adoção dessa metodologia permitiu classificar a grande maioria das amostras como águas do tipo cloretada-sódica. Dentre as feições mais marcantes, destaca-se a configuração de uma tendência ao enriquecimento dos íons " Na^+ " e " Cl^- ", associado 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).

6 – Usos e adequações das águas

Com base na composição físico-química das amostras, efetuou-se uma análise da adequação das mesmas com vistas ao consumo humano e irrigação.

6.1 Classificação das águas quanto ao consumo humano

Tomando-se como base a tabela 1, realizou-se uma comparação entre os diferentes parâmetros analisados e os valores máximos permitidos (VMP) para consumo humano, segundo a Portaria MS N° 1469, de 02 de janeiro de 2001, permitindo a classificação dessas águas como propícias ou não para o consumo humano. Neste aspecto, ressalta-se que 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 e Manoel Filho, 1997).

Dessa forma, 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. As análises da água dos poços 31 e 32, particularmente, 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. Estes três pontos de amostragem merecem uma investigação mais apurada, uma vez que podem estar refletindo problemas de construção e desenvolvimento das captações (poços 31 e 32 que são do tipo piezômetro) ou mesmo desgaste de tubulações antigas (provavelmente de ferro galvanizado).

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 |
| Temp. (°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 |
| Cond. Elét. (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 |
| Sol. totais a 105°C | --- | 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 |
| S.D.T. | 1000 mg/L | 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 |
| Sol. Susp. | --- | 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 |
| Alcal. total (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 |
| Alcal. de hidróxido (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 |
| Alcal. de carbonato (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 |
| Alcal. de bicarb. (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 |
| Dur. total (CaCO ₃) | 500 mg/L | 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 |
| Nitrog. amoniacal (N-NH ₃) | 1,5 mg/L | 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 (N-NO ₂ ⁻) | 1 mg/L | 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 (N-NO ₃ ⁻) | 10 mg/L | 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 (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 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 (Na ⁺) | 200 mg/L | 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 (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 (Fe _{Total}) | 0,3 mg/L | 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 |
| Carbon. (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 |
| Bicarbon. (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 (SO ₄ ²⁻) | 250 mg/L | 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 |
| Cloreto (Cl ⁻) | 250 mg/L | 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-Brasil 1469/00

Parâmetros acima do VMP

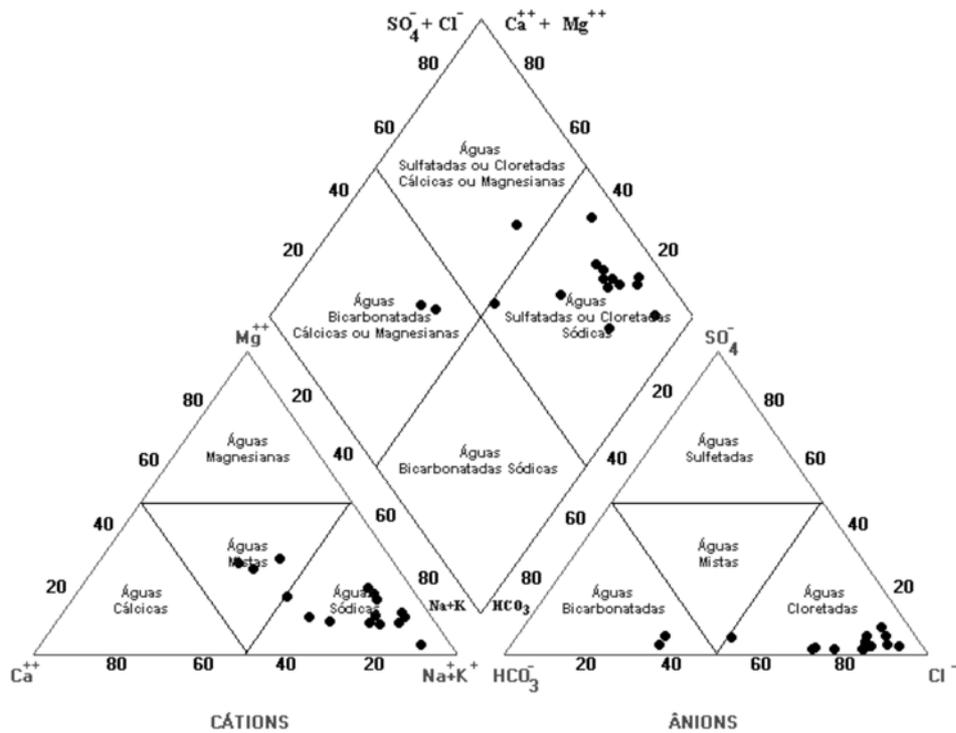


Figura 3 – Diagrama de Piper para as amostras de água do Aquífero Barreiras na bacia do Rio Pirangi.

6.2 Classificação das águas para irrigação

Dentre as diversas técnicas de classificação das águas destinadas ao uso na agricultura, uma das mais difundidas internacionalmente corresponde àquela utilizada pelo *United States Salinity Laboratory-USSL* (in Feitosa e Manoel Filho, 1997). Esta técnica é baseada na condutividade elétrica (C) e na razão de adsorção de sódio (RAS) das amostras, 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 compatível com estas características físico-químicas.

Os valores da RAS são mostrados na tabela 2 e foram calculados através da equação abaixo, em unidades de meq/L:

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

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 |
| 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 |

Posteriormente, utilizando-se igualmente os valores de condutividade elétrica (C), os pontos correspondentes a cada amostra foram lançados no diagrama acima reportado, possibilitando a obtenção do tipo de classe e os principais usos na irrigação de culturas.

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 lançado 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 a 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). 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.

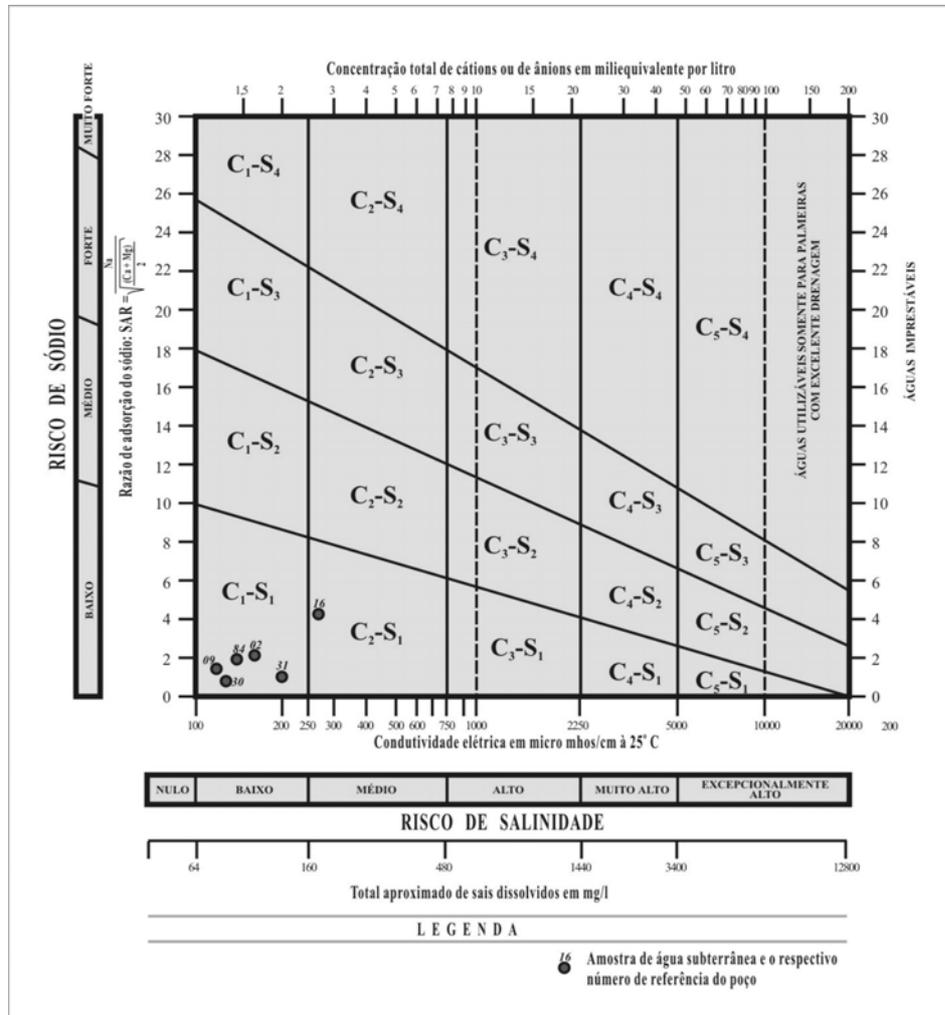


Figura 4 – Diagrama de classificação de águas do Aquífero Barreiras, inserido no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, para fins de irrigação.

7 – O mapa de condutividade elétrica do aquífero barreiras

A condutividade elétrica, mensurada a temperaturas constantes, evidencia o maior ou menor grau de concentração de sais dissolvidos sob a forma de íons na água subterrânea, sendo costumeiramente associada ao padrão de qualidade do manancial.

Os resultados levantados são apresentados na forma de um mapa de isolinhas, elaborado a partir da interpolação dos dados de campo (figura 5). O equipamento utilizado nestas medições foi um condutivímetro modelo HI933300 da Hanna Instruments, o qual já fornece valores corrigidos de acordo com a temperatura da amostra.

O mapa da figura 5 revela a ocorrência de algumas anomalias relativas (aqui interpretadas como indícios de uma tendência à poluição local do aquífero), adotando-se um “background” de 60 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tais anomalias são de caráter pontual, não perfazendo grandes dimensões em superfície, exceto a área que se estende no sentido sul desde a sede municipal de Parnamirim até o Riacho Taborda. Esta anomalia está associada com as condições pouco satisfatórias de esgotamento sanitário (disposição de esgotos em sistemas de fossas sépticas e sumidouros), além de deposição de resíduos sólidos diretamente sobre o solo (em “lixões”), com partículas contaminantes atingindo as camadas aquíferas (lixiviação de poluentes).

Em outros dois pontos do mapa destacam-se anomalias pontuais de razoável amplitude relativa, da ordem de 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A primeira, localiza-se na confluência dos riachos Pium e Taborda e encontra-se também relacionada com o adensamento populacional local, refletido a ausência de um sistema adequado de esgotamento sanitário (a exemplo da sede municipal de Parnamirim). A segunda anomalia localiza-se na margem direita da Lagoa do Jiqui, na altura da base física da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-EMPARN, devendo estar associada com práticas agrárias. Esta área recebe constantes adubações, sobretudo de natureza química, destinadas aos campos de produção de mudas e acompanhamento de árvores frutíferas das pesquisas agropecuárias desta empresa, enquanto que a irrigação é realizada por poços e adutoras provenientes da referida lagoa. Dessa forma, tal anomalia deve ser resultado da percolação de alguns desses componentes até o meio saturado, contribuindo para o aumento da salinidade local deste manancial. Um outro dado que vem a colaborar com esta hipótese diz respeito à análise físico-química da água de um dos poços da EMPARN (número de referência 2, na tabela 1 do presente documento), o qual apresenta o segundo maior índice de Nitrogênio (5,02 mg/L) dentre os 16 poços amostrados no setor leste da bacia do Rio Pirangi.

O referido elemento, normalmente detectado nas águas subterrâneas na forma de nitrato (NO_3^-), constitui-se em um dos três principais nutrientes exigidos pelas culturas e presentes nos fertilizantes. Já as amostras físico-químicas referentes aos poços 09 e 84 (tabela 1), com concentrações de Nitrogênio (N-NO_3^-) de 4,31 e 6,19 mg/L, respectivamente, acham-se diretamente associadas com águas residuais urbanas, uma vez que tais captações encontram-se inseridas nas proximidades do centro de Parnamirim-RN.

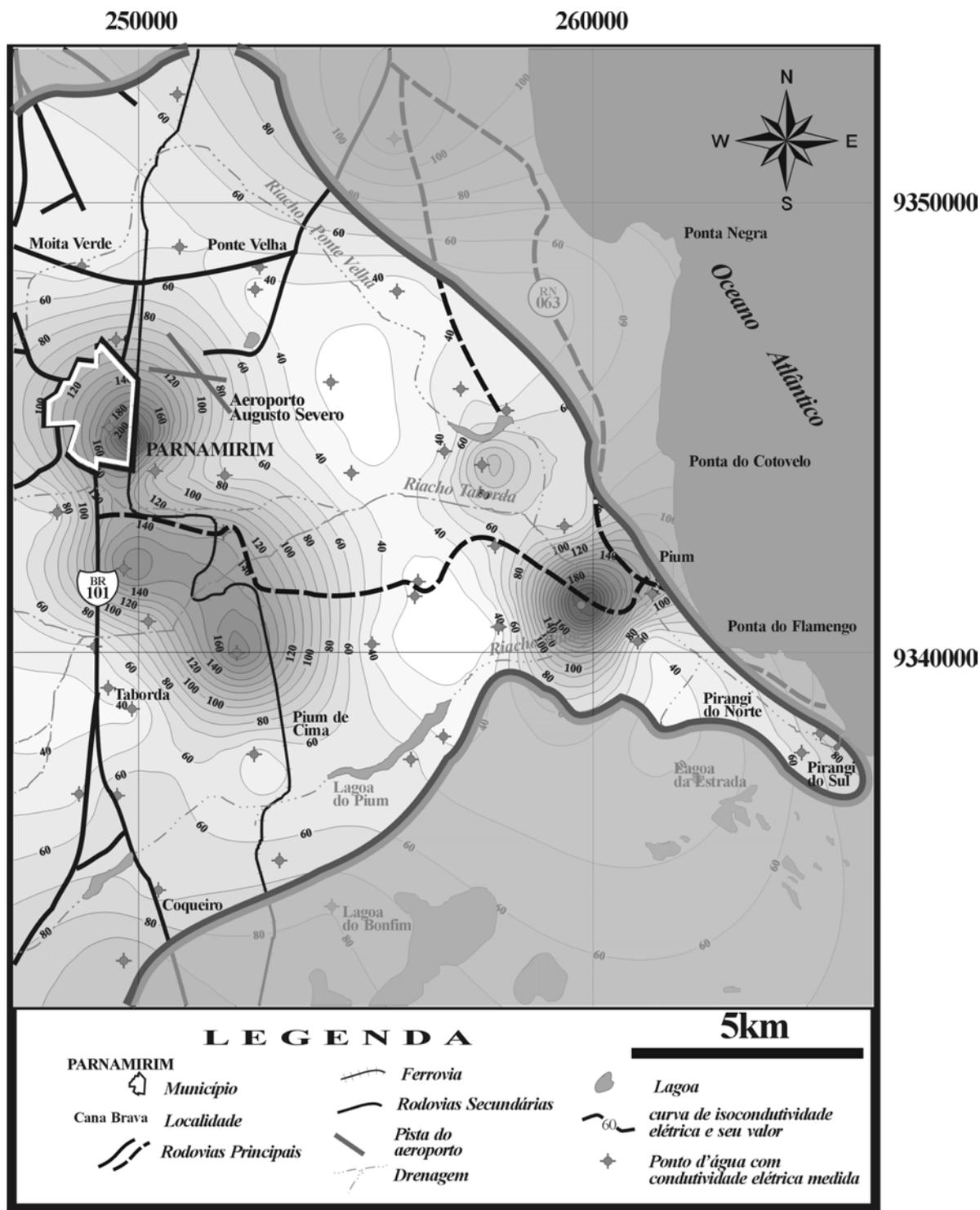


Figura 5 – Mapa de condutividade elétrica do Aquífero Barreiras no setor oriental da bacia do Rio Pirangi.

8 – Considerações finais

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 e requerem, no máximo, um tratamento prévio padrão simplificado com vistas ao consumo humano. 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.

9 – Referências bibliográficas

- 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. Portaria MS nº 1469 de 29 de dezembro de 2000. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância de qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 02 de janeiro de 2001.
- 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. E MANOEL FILHO. 1997. *Hidrogeologia - conceitos e aplicações*. Fortaleza, CPRM/REFO, LABHID-UFPE. 2ª ed. 391 p.

LUCENA, L.R.F. E 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, Vol. 1, n° 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.