

# CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA E QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS AQÜÍFEROS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARACURI E ADJACÊNCIAS, BELÉM/PA, COMO BASE PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Erika Regina França Dias<sup>1</sup>; Fabíola Magalhães de Almeida<sup>1</sup>; Milton Antonio da Silva Matta<sup>1</sup>;  
Andrei Batista de Figueiredo<sup>1</sup> & Iris Celeste Nascimento Bandeira<sup>1</sup>

**Resumo** - De acordo com a Lei 9433/97, a gestão dos recursos hídricos passa a utilizar as bacias hidrográficas como as principais unidades de gestão. Dentro deste contexto, o principal objetivo do trabalho foi o de investigar os sistemas aquíferos e as águas produzidas na bacia hidrográfica do Paracuri e adjacências, localizada no Distrito de Icoaraci-Belém/PA. Essas águas foram alvos de estudos físico-químicos e bacteriológicos objetivando a caracterização da qualidade das águas desta bacia frente ao consumo humano. De acordo com os resultados obtidos as águas do Sistema Aquífero Barreiras mostraram, de uma maneira geral, boa qualidade físico-química, em relação a grande maioria dos parâmetros analisados. Algumas exceções ficaram por conta de concentrações pontuais de cor, turbidez e amônia que estão acima do recomendado pela OMS e pela Portaria N<sup>o</sup> 1469/2000 do Ministério da Saúde e de valores anômalos de ferro e nitrato, que podem estar relacionados com contaminações por efluentes líquidos (principalmente esgotos domésticos) nas águas superficiais que interagem com as águas subterrâneas, somadas à presença de fossas negras e ajudadas pela inexistência de saneamento básico.

**Abstract** - The water produced by the Barreiras aquifer has been investigated in the Paracuri Basin, part of the Metropolitan Area of Belém/PA. That hydric source has been analyzed through 20 sampled wells with 19 physical-chemical parameters and qualitative bacteriological analyses, as part of a UFPA Project financed by the Pará State Government. The results show that the waters provided by these wells are quite suitable for human consume. Few exceptions are due to local anomalous values of Fe, NO<sub>3</sub>, color and turbidity above the ones recommended by official legislation criteria. These anomalous values were interpreted as related to aquifer lithological aspects (Fe) associated to contaminations by liquid effluents (NO<sub>3</sub>), mainly domestic fluids mixed

---

<sup>1</sup> UFPA; Universidade Federal do Pará; CG; Caixa postal 1611; 66017970; (0XX91) 31831425; matta@ufpa.br

to superficial waters and the presence of black waters related to the absence of basic sanitation framework.

**Palavras-Chave** – Bacia do Paracuri; Qualidade das águas subterrâneas.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, a área de Hidrogeologia tem se constituído em importante referência para o estudo das águas subterrâneas como um bem mineral, no que concerne à captação para o uso doméstico e industrial, sendo cada vez mais necessária à caracterização e definição de aquíferos economicamente explotáveis e sua relação com o meio físico, bem como o estudo da qualidade das águas. Tudo isso dentro do contexto do ciclo hidrológico.

Dentro do cenário nacional, o crescimento populacional nos grandes centros urbanos tem acarretado, de forma geral, um excessivo aumento na demanda dos recursos hídricos. A Região Metropolitana de Belém (RMB) e adjacências não foge à essa regra, apresentando atualmente somente uma pequena parte de sua população desfrutando de água potável.

Na região do distrito de Icoaraci, existem algumas bacias hidrográficas que estão sendo individualizadas (Matta, 2002; Costa, 2001; Figueiredo et al., 2001). De acordo com a Lei 9433/97, a gestão dos recursos hídricos passa a utilizar as bacias hidrográficas como as principais unidades de gestão. E a recente criação da Agência Nacional da Água (ANA) possibilitou o gerenciamento de todo o processo relacionado à gestão das águas, quer superficiais quer subterrâneas.

O projeto “Fundamentos Hidrogeológico para Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém, Ananindeua e Barcarena-PA, Brasil” estudou os recursos hídricos subterrâneos da região de Belém e adjacências envolvendo os aspectos geológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos e sócio-econômicos.

Dentro da área de abrangência do projeto supracitado, destaca-se a Bacia do Paracuri e adjacências, situada no setor noroeste da cidade de Belém (Fig.01), onde se desenvolveu esta pesquisa.

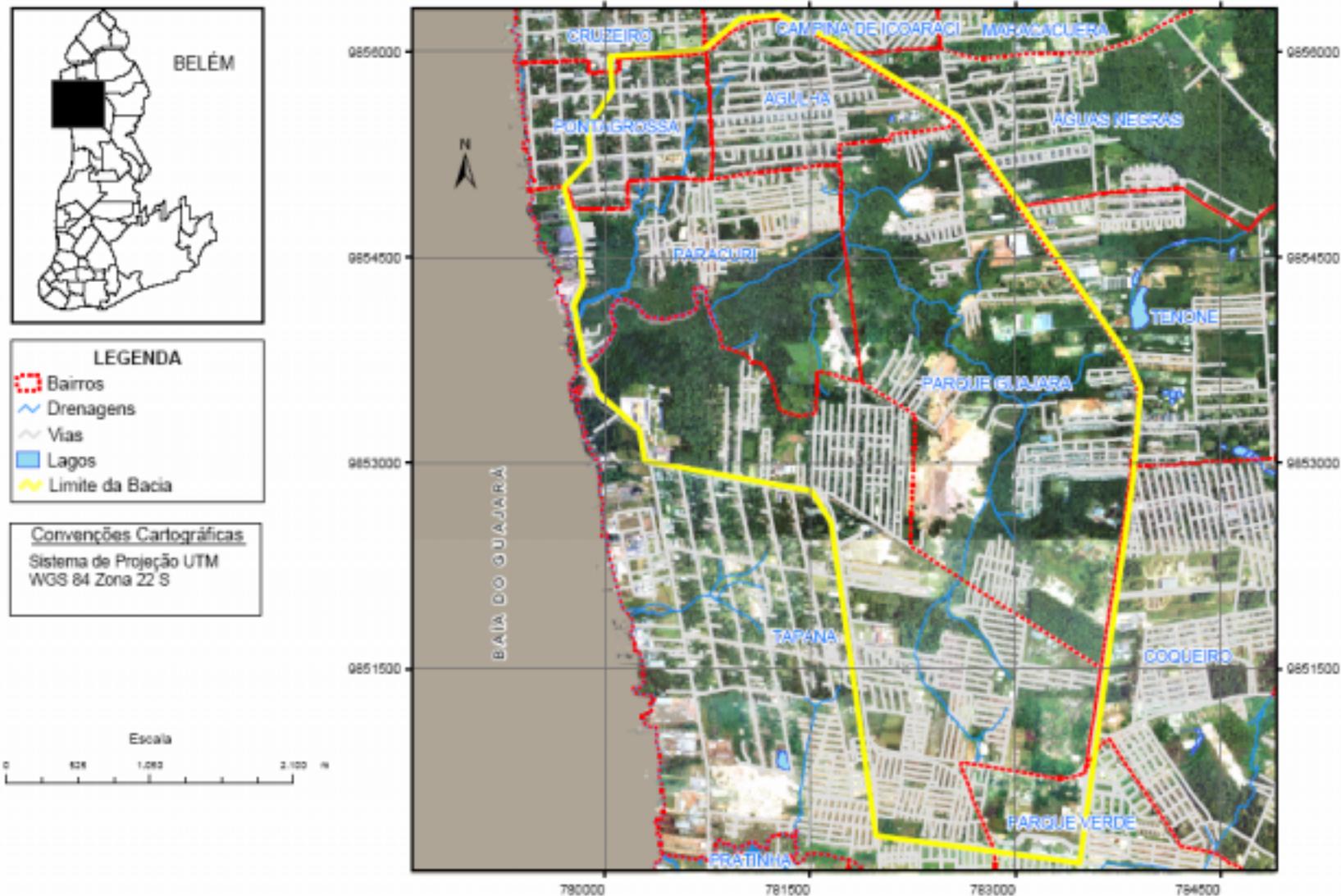
O principal objetivo do presente trabalho é o estudo da qualidade da água subterrânea da área proposta, tendo como base análises físico-químicas e bacteriológicas, bem como o de investigar os aspectos geométricos dos sistemas aquíferos existentes no âmbito da área em questão.

Pretende-se contribuir, efetivamente, tanto para o planejamento urbano como para o saneamento básico municipal e ocupação do meio físico de forma ordenada, eficiente e com preservação da qualidade de vida.

## **LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA**

O Distrito de Icoarací localiza-se na Zona Guajarina, compreendendo uma área de, aproximadamente, 32km<sup>2</sup>. As principais vias que servem de acesso ao distrito são a Rodovia Augusto Montenegro e Artur Bernardes e, a partir destas, as estradas do Tapanã, Maracacuera, etc; daí, rumo ao centro da cidade, existem inúmeras ruas e travessas que levam aos bairros existentes na Região Metropolitana de Belém (RMB). O Distrito de Icoarací limita-se ao sul com o Bairro do Benguí, ao norte com o rio Maguari, a oeste com a Baía do Guajará e a leste com o Município de Ananindeua.

A bacia hidrográfica do Paracuri e adjacências (Fig.. 01), com 14,60 km<sup>2</sup> de extensão, é formada pelos igarapés Paracuri e Livramento, Inclui os bairros do Paracurí, Parque Guajará, Agulha e parte dos bairros do Parque Verde, Tapanã, e Ponta Grossa . A população dessa área carece de saneamento básico, principalmente de abastecimento de água potável.



**Figura 01** - Mapa de Localização da Área da Bacia do Paracuri e adjacências

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Na área de estudo foram cadastrados 22 (vinte e dois) poços tubulares. Em 20 destes poços foi feita amostragem de água, sendo que eles são rasos, com profundidades inferiores a 40m, contemplando o sistema aquífero Pirabas de MATTA (2002).

Estes poços (Tabela 01) tiveram seus relatórios analisados com objetivo de determinar os aspectos geométricos das camadas aquíferas, bem como suas águas amostradas para análises físico-químicas e bacteriológicas.

A amostragem ocorreu no período de menos chuva da região – julho/2002. As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas no laboratório de Hidroquímica do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará e incluíram os seguintes parâmetros: Temperatura, pH, condutividade elétricos, sólidos totais, turbidez, dureza, oxigênio dissolvido, série nitrogenada, cloretos, nitratos, ferro, oxigênio consumido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, coliformes totais e coliformes fecais.

Com os resultados obtidos do laboratório construíram-se tabelas, gráficos e mapas de iso-valores para cada parâmetro. Todo o resultado obtido sobre o material coletado foi interpretado dentro da busca de: i) consistência das análises; ii) comportamento dos parâmetros físico-químicos das análises de água; iii) classificação iônica das águas; iv) classificação de potabilidade; v) uso das águas para consumo humano e industrial. Foi considerada a legislação vigente sobre os padrões de qualidade de água no Brasil, principalmente a resolução da Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde e da Organização Mundial de Saúde (OMS).

## **GEOMETRIA DOS CORPOS AQUÍFEROS**

Os poços foram selecionados principalmente em função de suas posições na área de estudo e de suas características técnicas.

De acordo com MATTA (2002) são identificados cinco grandes sistemas aquíferos que abastecem a região de Belém e Ananindeua (Fig. 02).

Destes sistemas, três foram identificados na área estudada, comportando-se diferentemente quanto aos aspectos de espessura, profundidade, continuidade lateral e vazão.

O Aquífero Inferior, identificado abaixo de 100 metros de profundidades, pode ser observado nos poços 21 e 22. Este sistema possui vazões elevadas, variando de 147 a 167m<sup>3</sup>/h e encontra-se mais protegida dos agentes poluidores, por isso é excelente para consumo humano, sendo capaz de abastecer uma demanda muito grande da população dos bairros da área de estudo.

**Tabela 01** – Relação dos poços estudados e suas referências.

AMOSTRAS	ENDEREÇO	PROFUNDIDADES	COORDENADAS	
			Longitude	Latitude
1	Rod., Augusto Montenegro, Km-11(FARTEC)	9,20 m	783607	9854123
2	Rua 2 de dezembro, 1349	18,0 m	780812	9856009
3	Rua 15 de agosto, 1397	11,0 m	780089	9855512
4	Tv. Andradas, 31	15,0 m	781228	9855286
5	Rod., Augusto Montenegro, 1867(FARTEC)	12,0 m	783164	9854970
6	Conj. da COHAB, S4, 176	16,0 m	782880	9856715
7	Parque, Pass. Mendes, 60	16,0 m	782880	9856715
8	Tv. São Francisco, 264	14,0 m	781499	9856657
9	Rua do Cruzeiro, 306	14,0 m	779639	9856760
10	Tv. São Roque, 879	24,0 m	780322	9856166
11	Rua Coronel Juvencíl, 14	12,0 m	780294	9855542
12	Tv. Andradas, 335	17,0 m	779776	9855190
13	Tv. Soledade, 474	18,0 m	779835	9854982
14	Rod. Do Tapanã, SN (DEJOBE)	14,0 m	781651	9852192
15	Tv. São Roque, 792	16,0 m	780301	9856177
16	Tv. Manoel Barata, 164	14,0 m	779577	9856624
17	Tv. Cristovão Colombo SN (lavajato)	16, 0 m	779936	9856358
18	Rua do Matadouro, 28 (Posto de gasolina Elite)	14,0 m	780903	9856430
19	Rua Carneiro da Rocha, 123	12,0 m	779453	9856222
20	Tv. Souza Franco, 1158B	15,0 m	779596	9855640
21	Icoaraci	273,0 m		
22	Icoaraci	278,0 m		

O Aquífero Intermediário, identificado em profundidades entre 20 e 100 metros, pode ser observado nos poços 21 e 22, Esta unidade aquífera é onde está localizada a maioria dos filtros dos poços tubulares estudados, o que indica uma preferência das empresas perfuradoras de poços por esta unidade, já que o custo das obras de captação não é tão alto em relação às necessidade da demanda, já que o aquífero oferece vazão da ordem de 10 a 12m<sup>3</sup>/h, suficiente para abastecimento doméstico de condomínios e de residências na área estudada.

O Aquífero Superior situa-se desde a superfície até profundidades máximas de 20 metros e está caracterizado nos poços 03, 08, 11, 14, 21 e 22. Este aquífero no geral possui vazões baixas, inferiores a 15m<sup>3</sup>/hora. Por situar-se próximo à superfície, esta é a unidade que está mais vulnerável à contaminação, não sendo indicada para o abastecimento público.

<b>SISTEMAS AQUÍFEROS</b>	<b>Aluviões</b>	<b>Pós- Barreiras</b>	<b>Barreiras</b>	<b>Pirabas - Superior</b>	<b>Pirabas - Inferior</b>
<b>PROFUNDIDADE</b>		Inferiores a 25 m	Entre 25 e 90 m		Entre 180 a 260m
<b>VAZÃO</b>	Ordem de 10 m <sup>3</sup> /h	Inferiores a 5 m <sup>3</sup> /h	Entre 10 e 80 m <sup>3</sup> /h	Ordem de 100 a 300 m <sup>3</sup> /h	Até 600 m <sup>3</sup> /h
<b>OBSERVAÇÃO</b>	Aquíferos livres Espessuras inferiores a 10m	Aquíferos livres a semi-confinados. Localmente: teores excessivos de ferro.	Semilivre confinado a A unidade mais conhecida e explotada na área. Espessuras em torno de 70 m. Teores de ferro freqüentemente acima de 0,3 mg/L.	Intervalo entre 70 e 180 m Espessuras em torno de 80m Aquíferos confinados.	Pouco explotado na área =  altos custos em função da profundidade Melhores aquíferos e melhores qualidade das águas.

**Figura 02 -** Sistemas Aquíferos da Região de Belém e Ananindeua, segundo MATTA, 2002.

## QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os resultados das análises encontram listados nas Tabelas 02 e 03. A Figura 03 mostra a localização dos poços amostrados. Para cada parâmetro foram construídos gráficos de variação (histogramas) e mapas de distribuição de isovalores dentro da área. Foi construído um gráfico (Fig. 04) e um mapa de iso-valores (Fig. 05) para cada um dos 22 parâmetros analisados, totalizando 40 figuras.

Apresenta-se neste trabalho somente as discussões daqueles parâmetros que mostraram resultados mais relevantes para o objetivo do estudo.

As águas mostraram boa qualidade, em relação a grande maioria dos parâmetros analisados. Algumas exceções ficaram por conta de concentrações pontuais de cor, turbidez e amônia que em algumas amostras mostram valores acima do recomendado pela OMS e pela Portaria N° 1469/2000 do Ministério da Saúde e de valores anômalos de ferro e nitrato.

No caso da cor observa-se que os valores obtidos variam de 0 a 62 mg de Pt/L (Tabela 02). O valor máximo permitido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de 15 mg de Pt/L. Verifica-se então que apenas dois poços estão fora do padrão: os poços 09 (21 mg de Pt/L) e o 14 (62 mg de Pt/L).

A turbidez, por sua vez, em apenas uma amostra (7,32 UNT) observou-se um valor que foge ao limite de potabilidade estabelecido pela portaria N°1469/2000 do Ministério da Saúde e da OMS, que estabelecem padrões de 5 UNT. Acredita-se se tratar de uma situação localizada que não acarreta problemas para o consumo humano.

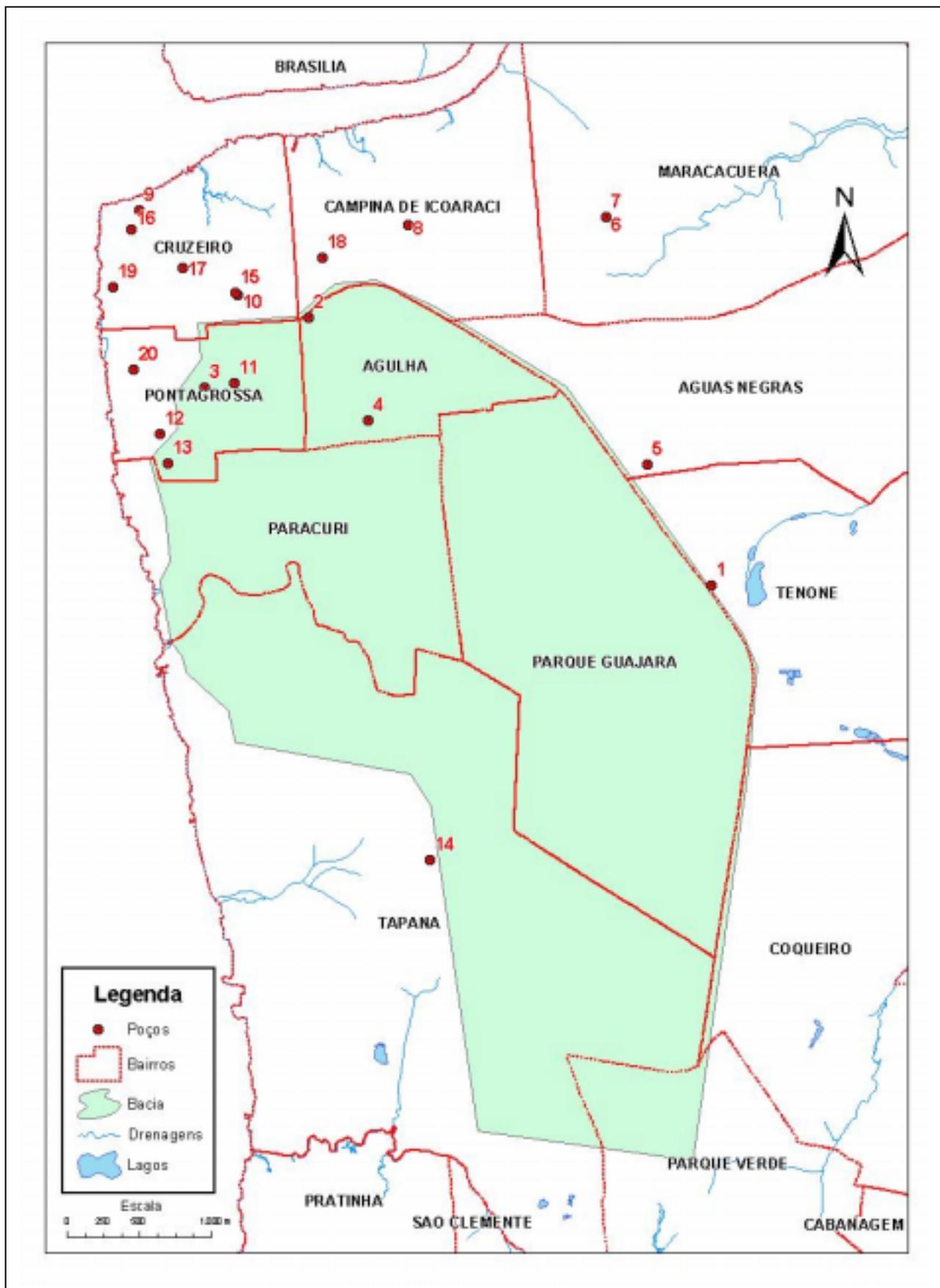
**Tabela 02 - Análises Físico-Químicas para Água Subterrânea da Região da Bacia do Paracuri**

<b>Amostras</b>	<b>Temp.</b>	<b>Cor</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez</b>	<b>Dureza</b>	<b>Cond.</b>	<b>DQO</b>	<b>Cloreto</b>	<b>Alcalin.</b>	<b>Sulfato</b>	<b>Nitrato</b>	<b>Amônia</b>	<b>Nitrito</b>
	<sup>o</sup> C	(APHA)		UNT	mg/L CaCO <sub>3</sub>	µS/cm	mg/L de O <sub>2</sub>	mg/L Cl <sup>-</sup>	mg/L CaCO <sub>3</sub>	mg/L SO <sub>4</sub> --	N - NO <sub>3</sub> - (mg/L)	N - NH <sub>3</sub> (mg/L)	N - NO <sub>2</sub> - (mg/L)
<b>PA 01</b>	27,20	0,00	4,30	0,75	8,66	65,30	0,00	3,00	0,00	4,660	3,20	0,04	0,004
<b>PA 02</b>	28,10	7,00	4,68	2,61	21,33	181,00	9,52	13,25	8,98	9,730	6,70	2,14	0,005
<b>PA 03</b>	25,70	6,00	3,71	1,74	26,91	324,00	0,00	28,99	0,00	12,000	14,30	1,94	0,007
<b>PA 04</b>	27,40	6,00	4,07	1,30	6,66	240,00	9,52	29,74	1,53	3,460	3,00	6,20	0,003
<b>PA 05</b>	27,40	0,00	4,43	0,48	25,91	134,00	18,80	5,55	7,65	7,450	6,40	0,15	0,004
<b>PA 06</b>	28,50	0,00	3,41	0,19	30,33	329,00	18,80	24,74	0,00	3,720	16,50	3,40	0,004
<b>PA 07</b>	28,50	5,00	3,28	2,63	19,91	283,00	9,40	30,99	0,00	15,680	13,40	0,07	0,006
<b>PA 08</b>	28,00	1,00	4,16	2,28	22,58	353,00	28,20	33,99	2,80	17,450	14,90	7,80	0,035
<b>PA 09</b>	27,30	21,00	5,55	7,32	5,08	103,00	28,20	5,75	28,56	19,860	1,70	0,90	0,002
<b>PA 10</b>	26,00	0,00	3,51	0,62	6,33	154,00	9,16	13,50	0,00	1,960	6,80	1,15	0,005
<b>PA 11</b>	26,80	0,00	4,83	0,41	50,83	157,00	18,32	22,84	19,89	0,306	7,70	5,80	0,005
<b>PA 12</b>	27,10	10,00	3,54	4,57	9,00	157,00	9,16	12,00	0,00	0,007	8,00	0,80	0,005
<b>PA 13</b>	26,70	1,00	5,27	0,74	67,91	397,00	0,00	31,54	29,07	0,096	10,80	8,20	0,000
<b>PA 14</b>	27,00	62,00	4,13	0,70	5,00	82,80	17,68	7,99	0,00	0,038	3,70	0,29	0,008
<b>PA 15</b>	26,80	0,00	4,60	0,26	29,58	332,00	17,68	33,98	4,80	0,016	11,60	3,60	0,005
<b>PA 16</b>	26,80	4,00	4,03	0,69	11,50	115,00	17,68	11,49	0,00	0,014	2,90	0,22	0,005
<b>PA 17</b>	26,40	5,00	3,74	0,18	12,66	210,00	17,68	20,94	29,58	0,096	9,70	1,45	0,006
<b>PA 18</b>	26,50	6,00	3,87	0,14	12,50	307,00	8,84	34,48	0,00	0,035	12,80	3,60	0,007
<b>PA 19</b>	27,00	8,00	5,58	0,12	76,25	286,00	8,84	19,24	31,62	0,173	7,80	0,66	0,004
<b>PA 20</b>	26,00	7,00	4,88	0,28	67,91	270,00	0,00	16,99	11,22	0,220	11,5	1,02	0,006
<b>Média</b>	<b>27,06</b>	<b>7,45</b>	<b>4,28</b>	<b>1,40</b>	<b>25,84</b>	<b>224,01</b>	<b>12,37</b>	<b>20,05</b>	<b>8,79</b>	<b>4,85</b>	<b>8,67</b>	<b>2,47</b>	<b>0,006</b>

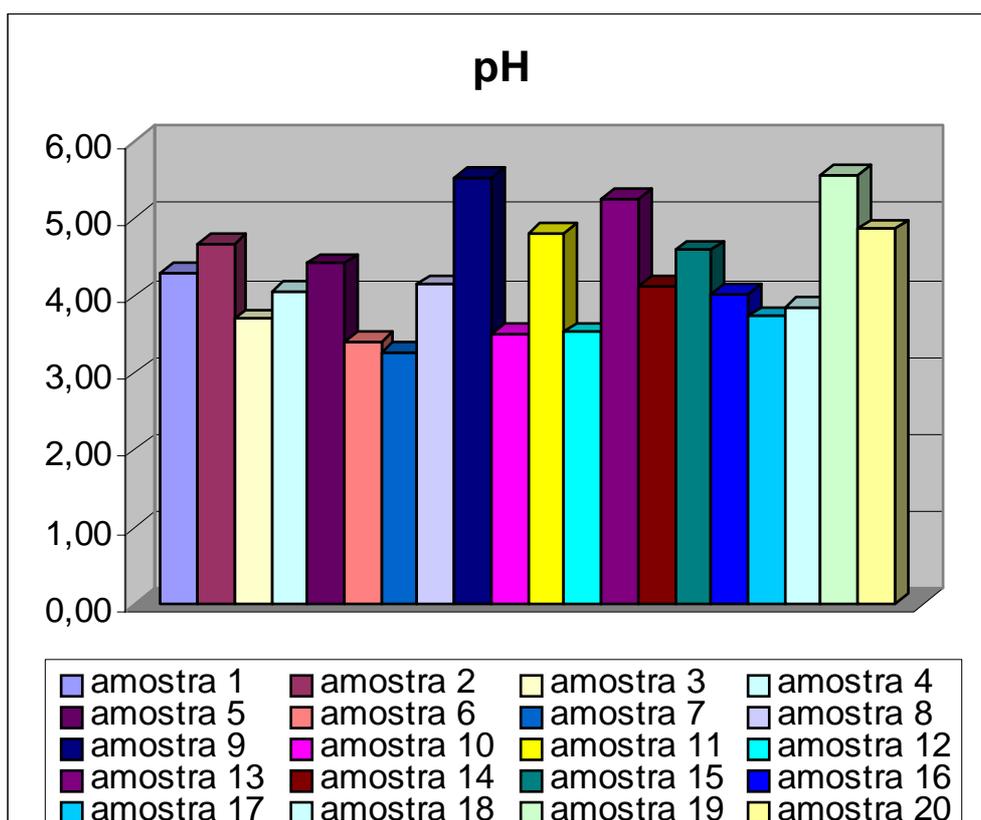
**Tabela 03 - Análises Físico-Químicas e Bacteriológicas para Água Subterrânea da Área da Bacia do Paracuri.**

<b>Amostras</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>STD</b>	<b>Bicarb.</b>	<b>Carbon.</b>	<b>Colif. Tot.</b>	<b>E. Coli</b>
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		
<b>PA 01</b>	2,10	4,00	2,80	0,40	0,50	0,00	42,45	0,61	0,00	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>PA 02</b>	3,70	12,00	6,20	1,40	1,50	0,00	117,65	1,83	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 03</b>	6,90	23,00	8,10	1,60	0,30	0,00	210,6	0,37	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 04</b>	5,20	20,00	1,50	0,70	0,40	0,00	156,00	0,49	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 05</b>	3,50	5,00	8,70	1,00	0,10	0,00	87,10	0,12	0,00	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>PA 06</b>	4,70	21,00	9,30	1,70	0,20	0,00	213,85	0,24	0,00	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>PA 07</b>	4,10	31,00	5,80	1,30	0,40	0,00	183,95	0,49	0,00	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>PA 08</b>	8,00	28,00	6,20	1,70	0,80	0,00	229,45	0,98	0,00	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>PA 09</b>	2,50	2,00	0,70	0,80	19,70	0,10	66,95	24,03	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 10</b>	4,60	11,00	1,20	0,80	0,10	0,00	100,10	0,12	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 11</b>	5,20	16,00	17,00	2,00	0,00	0,00	102,05	0,00	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 12</b>	3,00	12,00	2,10	0,90	0,90	0,00	102,05	1,10	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 13</b>	7,00	26,00	23,00	2,50	2,50	0,00	258,05	3,05	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 14</b>	1,00	7,00	1,00	0,60	0,60	0,00	53,82	0,73	0,00	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>PA 15</b>	9,00	32,00	8,50	2,00	2,00	0,00	215,80	2,44	0,00	<b>P</b>	<b>A</b>
<b>PA 16</b>	1,00	11,00	3,60	0,60	0,00	0,00	74,75	0,00	0,00	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>PA 17</b>	3,00	17,00	3,40	1,00	0,00	0,00	136,50	0,00	0,00	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>PA 18</b>	8,00	32,00	7,00	2,00	1,00	0,00	199,55	1,22	0,00	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>PA 19</b>	5,00	15,00	27,00	2,10	0,00	0,00	185,90	0,00	0,00	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>PA 20</b>	5,00	15,00	22,00	3,10	0,00	0,00	175,50	0,00	0,00	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>Média</b>	<b>4,63</b>	<b>17,00</b>	<b>8,26</b>	<b>1,41</b>	<b>1,55</b>	<b>0,01</b>	<b>145,60</b>	<b>1,89</b>	<b>0,00</b>		

**S A = Sem Análise    A= Ausência    P= Presença**



**Figura 03** - Mapa de Localização dos poços amostrados.

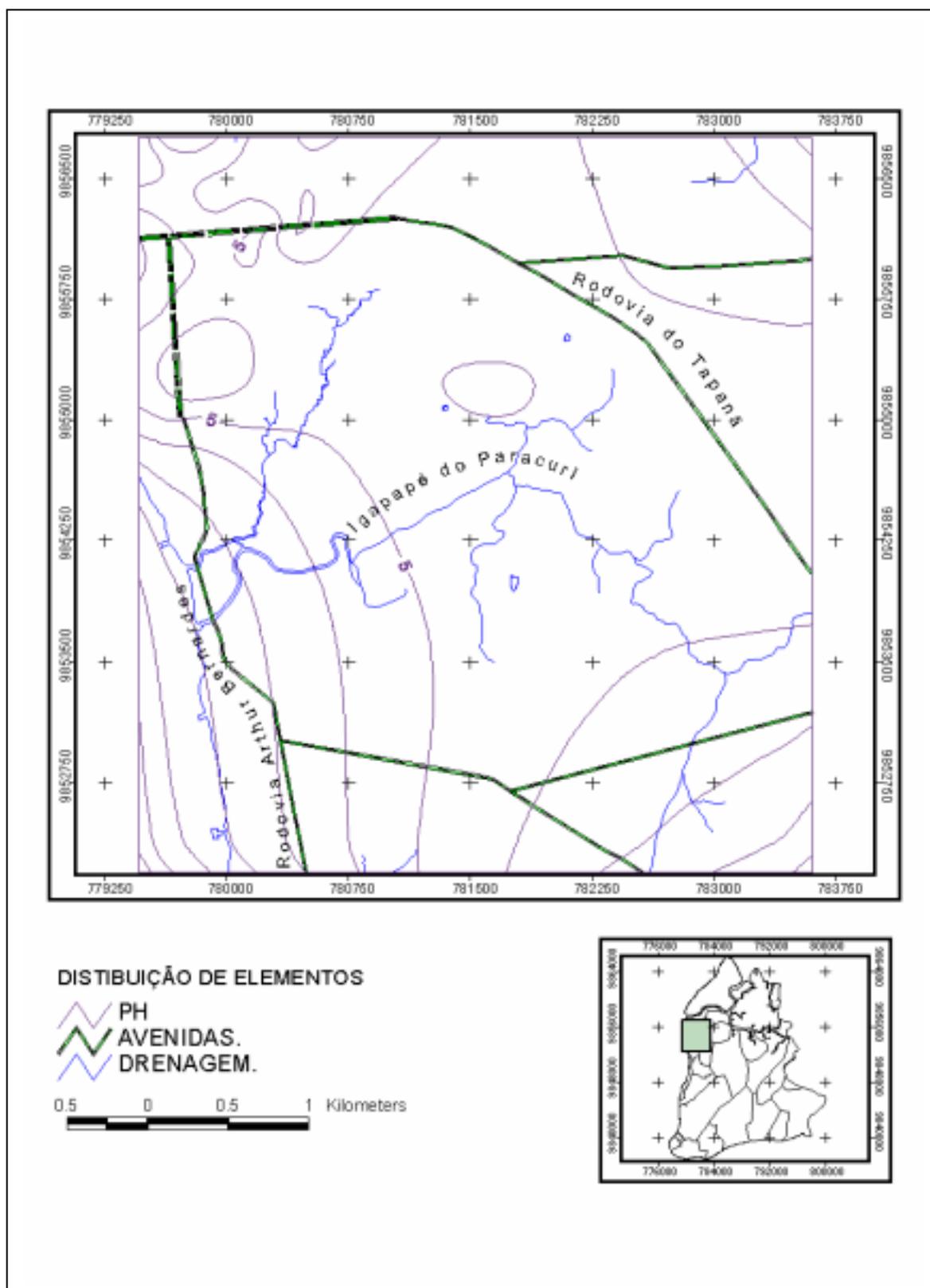


**Figura 04** – Exemplo de Gráfico de variação de parâmetro Físico-químico construído para a análise de qualidade das águas subterrâneas na bacia do Paracuri e adjacências.

Com relação aos teores de amônia, as amostras que apresentaram valores acima do recomendado pela legislação parecem ter sofrido contaminação recente, que ainda não sofreu oxidação da matéria orgânica.

Essa contaminação reflete a realidade local, onde os poços com profundidades em torno de 9,20 a 24 metros, possuem proteção sanitária deficiente, propiciando infiltração de águas superficiais poluídas.

Em relação aos teores de nitrato, 25% das amostras apresentaram valores abaixo de 5,0 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, cerca de 35% das amostras com valores entre 5 e 10 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e 40% das amostras apresentaram valores acima de 10 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. O valor médio obtido é de 8,7 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Como sabe-se que o valor limite permitido pela legislação vigente é 10 mg/L N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Caracteriza-se uma influência antrópica das populações residentes na área, principalmente associada a fossas sépticas.



FONTE: MATTA 2002

**Figura 05** – Exemplo de Mapa de Distribuição dos Parâmetros Físico-Químicos na Área da Bacia do Paracuri. Caso do pH.

A presença de altos valores de ferro nas águas do sistema aquífero Barreiras é bastante comum na RMB. Porém valores muito altos são preocupantes uma vez que este causa danos à saúde humana, além disso destrói tubulações e restringe essa água para uso industrial.

De acordo com a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, o limite de potabilidade para o ferro é de até 0,3 mg/L, para as águas de consumo humano.

Nas amostras do Paracuri os valores variaram entre 0,0 a 19,7 mg/L, sendo que 55% das amostras apresentaram valores acima do padrão de potabilidade do Ministério da Saúde. O valor de 19,7 mg/L, apresentado pela amostra PA 09, mostrando-se muito mais alto que os outros pontos analisados, representando uma anomalia local.

Para consumo humano, então, as referidas camadas aquíferas fornecerão águas que necessitarão de instalação de estações de tratamento de ferro (desferrização).

Com a construção do gráfico do pH para as amostras, foi possível observar sua variação nos diferentes pontos amostrados, variando o pH entre 3,28 e 5,58, caracterizando essas águas como ácidas.

A distribuição areal do pH na área pode ser observado na Figura 04, onde se percebe uma tendência de diminuição de valores de pH na área na direção sudoeste. Provavelmente essas águas sofrem influência das águas superficiais da Baía do Guajará, mais salobras, mais ácidas e, portanto, com pH mais baixo.

Os valores ácidos de pH obtidos para as amostras analisadas refletem a acidez natural das águas amazônicas. Porém sabe-se que algumas doenças, como a gastrite intestinal são favorecidas por águas de baixos valores de pH.

As análises bacteriológicas mostraram que cerca de 70% das amostras estavam contaminadas por coliformes totais e em 25% das amostras existia a presença da bactéria *Escherichia coli*. (Tabela 03).

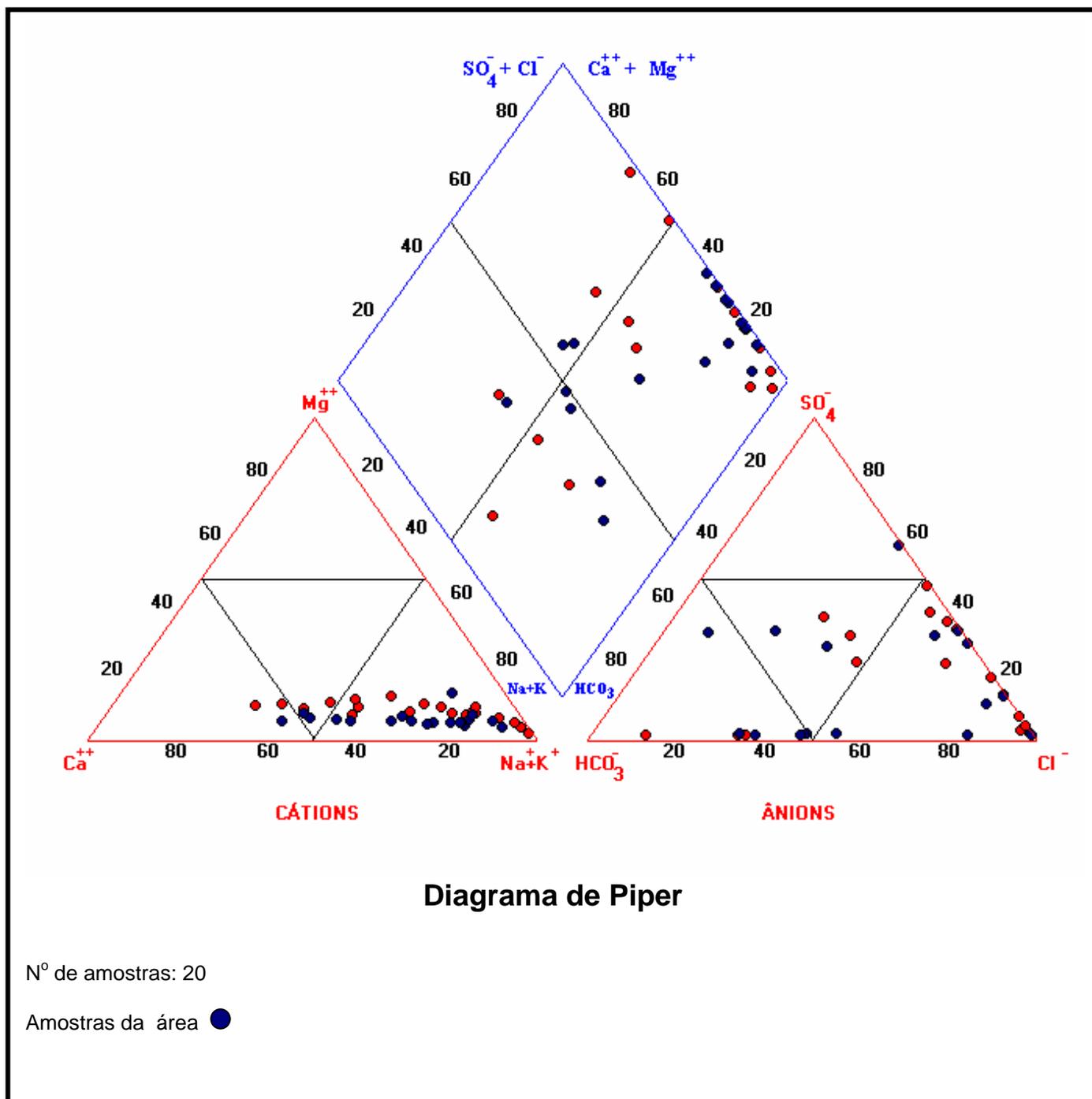
### **Classificação Iônica das Águas**

Foi construído, através do programa computacional ACQUACHEN, o Diagrama de Piper, no sentido de possibilitar a classificação iônica das águas.

A Figura .06 mostra que as águas analisadas são predominantemente cloretadas sódicas a mistas, subordinadamente.

A relação entre os cátions e os ânions pode ser observada a seguir:





FONTE: MATTA, 2002.

**Figura 06** - Classificação iônica das águas subterrâneas na Região de Belém e Ananindeua.

## CONCLUSÕES

Nos processos de gestão das águas urbanas de Belém, o conhecimento dos aspectos geométricos das camadas aquíferas das bacias hidrográficas associado às características de qualidade das águas produzidas assume uma importância muito grande.

Entre os sistemas aquíferos da Região Metropolitana de Belém, o sistema Pirabas é muito importante hidrogeologicamente, devido a maior continuidade lateral mostrada por suas camadas de

areias e melhor qualidade da água, com menor teor de ferro, resultante de ambiente deposicional mais livres de oxidação.

As águas analisadas mostraram que a qualidade das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Barreiras é, de uma maneira geral, boa para consumo humano. Como se trata do sistema mais utilizado para abastecimento na área, o estudo aqui apresentado deverá servir de base para um melhor planejamento municipal, associado a melhor fiscalização dos poderes públicos, a fim de evitar que se faça uma super exploração da água subterrânea causando maior contaminação da mesma.

Os valores anômalos obtidos de nitrato, apesar de não muito acima dos padrões de potabilidade utilizados, segundo MATTA (2002) podem ser interpretados como contaminações por efluentes líquidos (principalmente esgotos domésticos) nas águas superficiais que interagem com as águas subterrâneas, somadas à presença de fossas negras e ajudadas pela inexistência de saneamento básico. Tudo isso é somado a um nível estático muito raso nessas áreas, muitas vezes inferior a 5 metros e algumas vezes sub-aflorante.

Contribuem, também, as construções de poços fora dos padrões técnicos, por profissionais sem qualificação e competência profissional.

Os resultados das análises bacteriológicas associados com os levantamentos socioeconômicos efetuados parecem concluir que a origem da Bactéria *Escherichia coli* se dá nas interações dos poços com fossas sépticas ou negras em função da falta de critério na locação e construção dessas obras nos aglomerados urbanos da área. A consequência da presença dessa bactéria resulta em uma série de doenças de veiculação hídrica, principalmente doenças intestinais como disenteria bacteriológica (diarréia), além de cólera, leptospirose, febre tifóide, hepatite infecciosa e gastroenterite.

Esses resultados das análises bacteriológicas mostraram quanto frágil é o sistema aquífero Barreiras aos processos de contaminação, principalmente àqueles resultantes de ações antrópicas ajudadas pela carência de saneamento básico.

Deve ser dada a maior atenção aos projetos de construção dos poços, como uma forma de minimizar a possibilidade das cargas contaminantes atingirem o sistema aquífero. Principalmente nessas áreas de aglomerados urbanos, onde se torna impraticável a aplicação dos critérios técnicos associados a perímetro de proteção de poço.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] MATTA, M.A.S. 2002, Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 292p. (Tese de Doutorado)