

CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DO AQUÍFERO BARREIRAS NA COSTA
ORIENTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Por

J.P.dos Santos¹, S.G.de Azevedo¹ e J.R.de Araujo¹

RESUMO -- O Aquífero Barreiras é o mais importante manancial de água subterrânea da Costa Oriental do Estado do Rio Grande do Norte. Considerando este aspecto, e com base nos dados de transmissividade calculados a partir de testes de aquífero e da capacidade específica dos poços, os autores, usando o método de "local interpolation", elaboraram um mapa de transmissividade com o objetivo de avaliar sua distribuição e variação espaciais. Os testes de aquífero levaram à conclusão de que o aquífero Barreiras comporta-se regionalmente como livre de Natal para norte e como sistema semiconfinado de Natal para sul.

O mapa obtido, revela que a transmissividade do Barreiras varia de 100 m²/dia a 1 500 m²/dia. Por outro lado a forma e a distribuição das curvas de isovalores, mostra a ocorrência de zonas onde a transmissividade é consideravelmente mais alta do que em outras. Estas zonas ou núcleos são mais notadas nas áreas de Natal, São José do Mipibú e a sul da cidade de Touros.

INTRODUÇÃO

O aquífero Barreiras, pela sua localização, potencial e excepcional qualidade de suas águas, desempenha um papel muito importante no contexto hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Norte, tornando-se fator decisivo quando da implantação de programas de abastecimento e/ou irrigação, em toda a Costa Oriental daquele Estado. Devido a sua importância, este aquífero foi objeto de exaustivas investigações quando da realização do "Estudo hidrogeológico regional detalhado do Estado do Rio Grande do Norte" (IPT, 1982).

No presente trabalho foram analisadas as características hidráulicas do aquífero e elaborado um mapa de transmissividade, no qual se identificam as áreas potencialmente mais promissoras, fornecendo assim os elementos básicos para o planejamento do uso dos recursos hídricos subterrâneos da região.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

Compreendido entre o meridiano 35°30' de longitude oeste, e o 1 Geólogos da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT.

paralelo 6°30' de latitude sul e a linha de costa, o aquífero Barreiras ocupa uma área de aproximadamente 4 900 km².

A área em estudo (FIGURA 1) está situada na região leste do Estado do Rio Grande do Norte, englobando vários de seus municípios, entre os quais podem ser citados: Baía Formosa, Canguaretama, Goianinha, São José do Mipibú, Natal, Ceará-Mirim, Maxaranguape, Touros e outros.

SINOPSE GEOLÓGICA

A região estudada tem seu arcabouço geológico assentado sobre os sedimentos terciários do Grupo Barreiras que repousam discordantemente sobre uma seqüência de arenitos calcíferos e calcários e/ou sobre as rochas do embasamento cristalino.

MABESOONE e CAMPOS SILVA, estudando o pacote sedimentar terciário entre Pernambuco e Ceará, dividiram o Grupo Barreiras em três formações:

- Formação Serra dos Martins;
- Formação Guararapes; e
- Formação Macaíba.

Formação Serra dos Martins

Unidade basal do Grupo Barreiras, é um conjunto de sedimentos arenosos, localmente caulínicos, silicificados.

Repousa discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino e sua ocorrência, tanto em superfície quanto em subsuperfície, não é detectada na área estudada.

Formação Guararapes

A Formação Guararapes é constituída por sedimentos arenosos e areno-argilosos de coloração avermelhada e frequentes níveis limonitizados e conglomeráticos, na base.

Seu contato basal se dá diretamente sobre as rochas do embasamento cristalino ou com os sedimentos cretácicos infra-Barreiras que lhe estão sotopostos, enquanto que no topo seu contato é gradacional com os sedimentos da Formação Macaíba.

Formação Macaíba

A Formação Macaíba, unidade superior do Grupo Barreiras, está presente em toda a área estudada. É um conjunto de sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos com níveis conglomeráticos na base. Seu contato inferior se dá com os sedimentos da Formação Guararapes, enquanto que, no topo é recoberta pelos sedimentos de praia e aluvião do Quaternário.

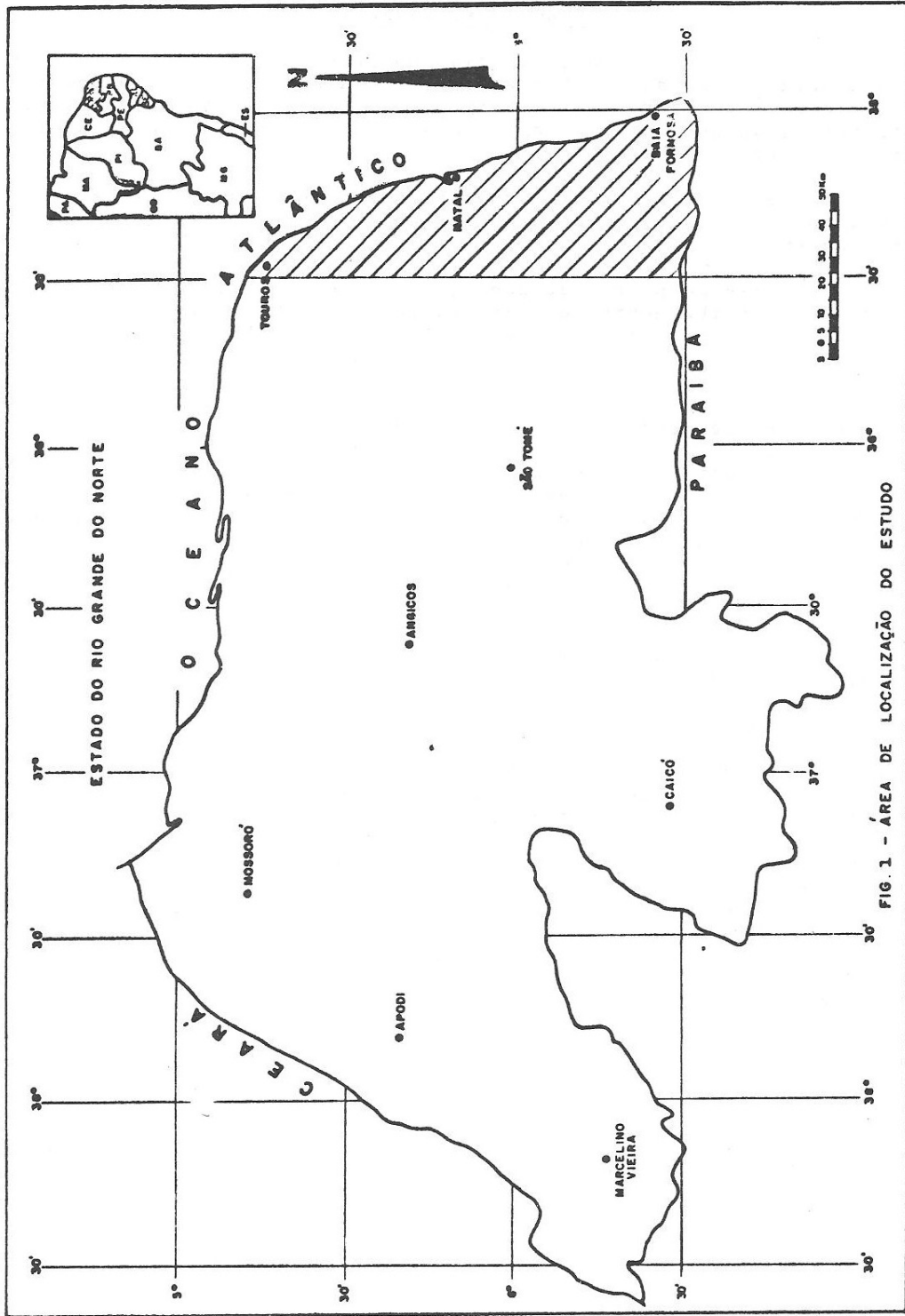


FIG. 1 - ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

O AQUÍFERO BARREIRAS

O aquífero Barreiras, definido no presente trabalho como as seqüências arenosas das Formações Macaíba e Guararapes, alonga-se numa direção preferencial N-S indo, na região objeto do presente trabalho, desde a divisa com a Paraíba a sul, até a cidade de Touros, a norte.

Está em contato basal com as rochas do embasamento cristalino em alguns pontos e com os arenitos calcíferos e calcários pré-Barreiras em outros.

A análise de perfis de poços, assim como a interpretação de ensaios de bombeamento realizados, revelam que, no âmbito da área estudada, a partir do vale do rio Potengi, o aquífero Barreiras comporta-se diferentemente, para sul e para norte (Relatório IPT, 1982).

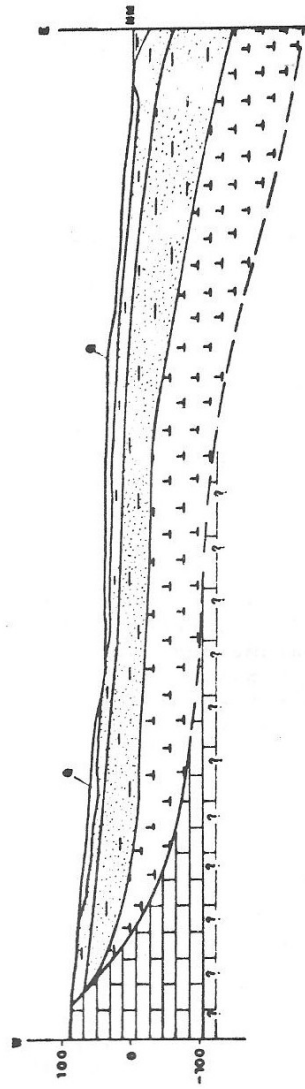
Para norte, observa-se que a seqüência terciária, as aluviões e dunas formam um pacote sedimentar predominantemente arenoso com espessuras variando de um mínimo de 5 m na região de contato para um máximo de 170 m na linha de costa. Nesta região, a análise dos perfis geológicos assim como os resultados dos testes de bombeamento permite admitir que, a nível regional, o aquífero comporta-se como do tipo livre embora a ocorrência de algumas intercalações argilosas lhe confira, localmente, características confinantes ou semiconfinantes.

Para sul, já a partir de Natal, observa-se de um modo geral, a ocorrência de um nível argiloso quase contínuo, que separa a parte média e inferior da Formação Guararapes do restante dos sedimentos que constituem a Formação Macaíba, as dunas e as aluviões. Assim, contrariamente ao que ocorre a norte do vale do rio Potengi, o que se define aqui como aquífero Barreiras apresenta um comportamento, em geral, de semiconfinamento como demonstram os resultados dos ensaios de bombeamento (TABELA 1). Há indícios, porém, de que nos vales dos rios Trairi e Jacú o aquífero Barreiras comporta-se como livre, localmente. A análise dos perfis dos poços da região sul mostrou que as maiores espessuras do pacote arenoso, da ordem de 100 m, são encontradas na região do Graben de Natal e as menores, cerca de 2 m, no limite oeste, na zona de contato com o cristalino. No âmbito regional, porém, a espessura não varia muito, podendo ser estimada entre 20 e 40 m, aumentando no sentido de oeste para leste, ou seja do interior para a linha de costa, conforme mostrado nos perfis da FIGURA 2.

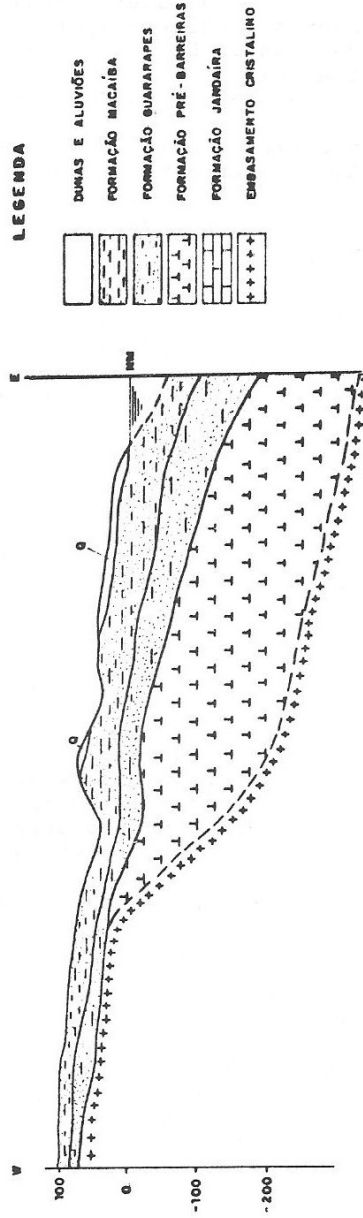
TRABALHOS EXECUTADOS

Metodologia aplicada

Foram analisados os perfis de cerca de 600 poços distribuídos por toda a área e interpretados 80 ensaios de bombeamento, dos quais 15 deles com poços de observação.



A) PERFIL ESQUEMÁTICO DE OCORRÊNCIA DO GRUPO BARREIRAS A NORTE DE NATAL.



B) PERFIL ESQUEMÁTICO DE OCORRÊNCIA DO GRUPO BARREIRAS A SUL DE NATAL.

LEGENDA







-  DUNAS E ALUVIÕES
-  FORMAÇÃO MACAIBA
-  FORMAÇÃO GUARARAPES
-  FORMAÇÃO PRÉ-BARREIRAS
-  FORMAÇÃO JANDAIRA
-  EMBASAMENTO CRISTALINO

FIG. 2

Para a análise e interpretação dos ensaios de bombeamento, foram utilizados os seguintes métodos:

- a) Jacob (rebaixamento residual);
- b) Neuman (aquífero livre com drenança retardada);
- c) Hantush (aquífero semiconfinado, parcial e totalmente penetrante); e
- d) Jacob-Theis (aquífero confinado).

Além disso, e objetivando uma otimização dos resultados, foram feitos levantamentos da vazão específica da maioria dos poços e, estabelecendo-se uma relação com a transmissividade (TABELA 2), obteve-se a seguinte equação:

$$T = 2,753 (Q/s)^{0,967} \quad (1)$$

Partindo-se da relação acima, foram calculados os valores da transmissividade nos pontos onde existiam somente dados de vazão específica (TABELA 3), permitindo desse modo a elaboração do mapa mostrado na FIGURA 3, com a finalidade de mostrar a distribuição espacial dos valores de transmissividade do aquífero Barreiras na região leste do Estado.

Para o traçado do mapa, foi utilizado o método de interpolação pelo Inverso do Quadrado da Distância, executado em computador TECTRONIX-4052. Tal método (Local Interpolation) consiste em uma malha quadrada, na qual, a partir dos valores de transmissividade conhecidos, são utilizados os dados de vizinhança e calculados os valores não dentro da referida malha, interpolando curvas de isovalores entre os mesmos.

RESULTADOS OBTIDOS

O mapa de transmissividade (FIGURA 3), elaborado a partir dos dados de $Q/s \times T$ constantes nas TABELAS 2 e 3, reflete uma heterogeneidade na distribuição espacial dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero Barreiras na costa oriental do Estado do Rio Grande do Norte, traduzido pela ocorrência de núcleos com valores de transmissividade caracteristicamente mais elevados. Esses núcleos - alguns mais destacados como os de Natal, de Maxaranguape e sul de Touros - dominando a partir de São José do Mipibú para norte, estão relacionados a zonas de maior espessura ou de granulometria mais arenosa, grosseira e selecionada, características essas que se refletem diretamente na transmissividade. Em algumas áreas próximas ao contato com o cristalino - como na região a W de Natal e nas vizinhanças da cidade de Vera Cruz - as observações de campo e as sondagens realizadas mostram a ocorrência de depressões do embasamento preenchidas por material predominantemente arenoso, grosseiro, com níveis de cascalho. Nota-se ainda que, subtraídas as áreas supra citadas, o aquífero Barreiras mostra um predomínio de valores de transmissividade compreendidos entre $100 \text{ m}^2/\text{dia}$ e $200 \text{ m}^2/\text{dia}$ que, significativamente, diminui - como é lógico se esperar - à medida que se caminha em direção à zona de contato.

De São José do Mipibú para sul, o aquífero Barreiras mostra-se comparativamente, mais homogêneo do que a norte, pois embora a transmissividade varie entre 100 m²/dia e 200 m²/dia, não ocorrem núcleos com valores muito altos. Exceção a essa regra geral observa-se apenas na faixa costeira imediatamente a nordeste de Canuaré, onde a transmissividade atinge 300 m²/dia.

A par das características da transmissividade ressaltadas acima, vale destacar também aquelas da camada semiconfinante (TABELA 1). Esse aspecto é particularmente importante, na área compreendida entre São José do Mipibú e Natal. Visto que o aquífero é fracamente semiconfinado, a presença aí de um aquífero livre, constituído pelos sedimentos de dunas e da Formação Macaíba desempenha um importante papel como fonte alimentadora do aquífero Barreiras subjacente, através da drenança vertical. A preservação das características naturais do aquífero livre, desde os pontos de vista qualitativo e hidrogeológico é fator de fundamental importância para manter o aquífero Barreiras hidráulicamente explotável para uso nobre, pois é a única fonte de água existente na área para tal fim.

CONCLUSÕES

A análise do mapa de transmissividade do aquífero Barreiras (FIGURA 3), das características da camada semiconfinante e dos resultados dos ensaios de aquífero, mostrados na TABELA 1, permitem concluir o seguinte:

- o aquífero Barreiras mostra, a nível regional, comportamento característico de sistema semiconfinado a partir de Natal para sul, e daí para norte comporta-se como livre.

Esse quadro geral, pode no entanto apresentar modificações locais, num ou noutro caso, devido a presença ou não de lentes argilosas.

- o caráter predominantemente arenoso dos sedimentos superficiais, associado à topografia de tabuleiros e à baixa densidade da drenagem superficial, revela dois aspectos importantes: 1º) a norte de Natal, constituem com os sedimentos do Grupo Barreiras, um sistema aquífero único, livre, com alta taxa de recarga direta pelas águas de chuva; e 2º) a sul de Natal, em sendo um aquífero livre, constitui a principal fonte de alimentação do aquífero Barreiras por drenança vertical (recarga indireta), face à diferença de carga piezométrica entre os dois sistemas e às características hidráulicas da camada semiconfinante ($6,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/d} > K > 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/d}$);
- o aquífero Barreiras, caracteriza-se por apresentar zonas bem definidas onde as transmissividades são nitidamente superiores às das áreas circundantes. Essas zonas de alta transmissividade estão provavelmente relacionadas não somente a maior espessura, mas também a uma granulometria mais

grosseira e seletiva dos sedimentos;

- as zonas mais favoráveis à exploração de água subterrânea são:
 - . entre São José do Mipibú e Natal;
 - . a oeste de Natal;
 - . a SW de Maxaranguape; e
 - . a sul de Touros.
- face às características geométricas e hidráulicas do aquífero, pode-se inferir que a região entre São José do Mipibú e Canguaretama é potencialmente menos favorável a uma exploração intensiva, a menos que estudos mais detalhados mostrem a possibilidade de transferência, por drenança vertical, de grandes volumes do aquífero livre superior. A extensão e características da camada semiconfinante, nessa área, são ainda muito pouco conhecidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, A.J. & BRAGA, A. de P.G. 1974. Projeto leste da Paraíba Rio Grande do Norte; relatório final integrado, folhas SB-25-V-C e SB-25-Y-A. Recife, DNP/CPRM, v.3.
- BEZERRA, M.A. 1978. Avaliação da capacidade de produção dos poços do sistema de abastecimento de Natal, RN. Recife. 134p.il. (Dissertação apresentada a UFPE. Grau de Mestre. Área de concentração em hidrogeologia).
- CAMPOS E SILVA, A. 1965. O Grupo Barreiras na região de Natal. Natal, Univ. Fed. Rio Grande do Norte, Inst. Antropol. (Relatório comum, Geol. 1).
- CAMPOS E SILVA, A. 1968. O Grupo Barreiras e unidades correlatas no Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 4, Recife, 1968. Resumo das Comunicações... Recife, SBG. p.21-22.
- CAMPOS E SILVA, A.; MABESOONE, J.M.; BEURLIN, K. 1971. Estratigrafia do Grupo Barreiras nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Rev. Ass. Geol., Recife, 1(2):1-13.
- COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE - CAERN. 1970. Estudo hidrogeológico de Natal, RN. Recife, Consultório Técnico de Geologia e Engenharia, CONTEGE. 224p.il.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1982. Estudo hidrogeológico regional detalhado do Estado do Rio Grande do Norte. São Paulo. 389p.il. (IPT, Relatório nº 15 795).
- MABESOONE, J.M. 1967. Sedimentologia da faixa costeira Recife - João Pessoa. Bol. Soc. Bras. Geol., 16(1):57-72.
- MABESOONE, J.M. et alii. 1972. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Rev. Bras. Geoc., 2:173.

"Tabela 1. Poços onde foram executados ensaios de bombeamento".

Nº do Poço	Coordenadas		T (m ² /h)	S	K'/b' (d ⁻¹)	K' (m/dia)
	E - O	N - S				
901-022	224,1	9 413,6	27,0	$3,7 \times 10^{-2}$	-	-
024	226,1	9 394,3	0,45	$4,7 \times 10^{-4}$	-	-
978-052	254,0	9 377,0	6,8	$1,3 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^{-2}$
584	264,2	9 336,6	11,7	$4,3 \times 10^{-2}$	-	-
615	245,6	9 379,0	13,3	$4,8 \times 10^{-2}$	-	-
617	257,5	9 342,5	3,04	$1,6 \times 10^{-4}$	$9,5 \times 10^{-3}$	$9,5 \times 10^{-2}$
619	238,5	9 369,0	4,7	$14,5 \times 10^{-2}$	-	-
1055-076	247,2	9 333,2	8,5	$1,5 \times 10^{-4}$	-	-
079	267,7	9 329,8	0,7	$2,23 \times 10^{-3}$	$7,1 \times 10^{-4}$	$7,1 \times 10^{-3}$
084	258,0	9 329,8	6,4	$1,28 \times 10^{-3}$	$5,3 \times 10^{-3}$	$5,3 \times 10^{-2}$
094	257,5	9 298,3	8,5	$3,3 \times 10^{-3}$	-	-
110	268,3	9 298,0	8,8	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-1}$
112	259,5	9 321,6	0,28	$6,9 \times 10^{-4}$	$1,13 \times 10^{-3}$	$1,13 \times 10^{-2}$
116	256,0	9 335,0	26,8	$9,3 \times 10^{-3}$	$7,15 \times 10^{-3}$	$7,15 \times 10^{-2}$
151	261,0	9 314,7	6,96	$6,9 \times 10^{-4}$	$3,7 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-2}$

"Tabela 2. Dados hidrodinâmicos utilizados para estabelecer correlação entre T e Q/s".

Nº do Poço	Coordenadas		Q/S (m ³ /h/m)	T (m ² /h)
	E - O	N - S		
900-153	211,2	9 432,3	1,69	2,58
901-020	235,5	9 396,0	0,33	0,50
022	224,1	9 413,6	8,08	27,0
023	227,4	9 422,1	5,76	21,71
978-056	255,5	9 370,5	0,21	0,21
190	249,4	9 349,4	0,73	6,29
349	258,8	9 348,4	3,85	14,50
369	256,4	9 352,0	10,39	11,50
431	258,3	9 351,6	5,39	4,21
471	251,7	9 355,6	1,68	8,54
496	255,8	9 350,9	13,00	21,83
535	251,9	9 363,3	0,20	0,29
537	253,6	9 364,7	2,72	3,79
617	257,5	9 342,5	0,75	3,04
621	246,1	9 374,2	2,85	9,21
635	254,0	9 377,0	1,04	7,50
1055-004	253,2	9 328,0	1,92	8,50
013	244,4	9 329,2	0,77	1,0
018	255,6	9 326,2	2,04	4,0
022	265,2	9 318,5	1,70	9,25
035	256,5	9 306,7	9,65	11,58
039	264,5	9 311,3	0,46	1,50
041	268,3	9 315,7	0,61	1,58
044	264,6	9 294,7	1,61	2,0
054	258,4	9 290,7	2,41	6,08
057	265,9	9 287,5	1,04	2,50
060	269,9	9 301,4	0,76	4,29
063	278,0	9 295,4	1,56	6,50
073	261,1	9 327,4	1,63	10,29
075	262,6	9 317,7	1,12	6,0
076	247,2	9 333,2	1,43	8,5
094	257,5	9 298,3	2,91	8,50
097	232,0	9 332,0	8,57	25,0
102	252,3	9 323,1	0,17	0,21
104	273,7	9 310,6	3,46	5,29
105	243,1	9 330,2	2,51	7,79
151	261,0	9 314,7	1,00	6,96

"Tabela 3. Valores de T calculados a partir dos valores de Q/s".

Nº do Poço	Coordenadas		Q/S (m ³ /h/m)	T (m ² /h)
	E - O	N - S		
901-006	241,1	9 404,5	2,1	5,64
007	243,6	9 401,8	0,8	2,22
008	231,4	9 407,8	2,66	7,09
010	236,0	9 416,6	5,37	14,00
018	227,4	9 424,7	11,25	28,60
021	225,6	9 404,15	25,46	63,00
978-022	245,0	9 387,3	10,0	25,52
023	244,6	9 380,3	1,0	2,75
027	251,5	9 384,6	1,01	2,80
030	250,1	9 389,5	1,70	4,60
069	240,5	9 365,0	0,35	0,99
072	244,7	9 368,6	5,14	13,41
074	242,0	9 359,5	7,37	19,00
093	249,5	9 361,0	3,33	8,81
096	234,5	9 357,0	25,0	61,89
125	243,5	9 351,0	1,0	2,75
143	249,0	9 343,5	4,33	11,36
168	251,9	9 347,7	8,57	21,98
287	260,4	9 344,5	2,00	5,38
377	257,0	9 357,0	14,50	36,55
532	246,6	9 363,5	1,92	5,17
588	238,5	9 390,0	4,39	11,51
618	253,5	9 337,6	6,54	16,92
634	252,9	9 355,9	3,04	8,07
1055-008	248,5	9 323,9	1,00	2,75
016	247,3	9 328,2	1,00	2,75
020	265,2	9 322,5	0,70	1,95
029	255,5	9 311,1	4,00	10,52
043	273,5	9 310,7	1,47	4,00
071	278,7	9 282,3	2,00	5,38
082	237,5	9 332,3	12,23	31,00
083	243,8	9 319,5	0,17	0,50
087	275,8	9 293,5	1,09	3,00
089	277,6	9 289,6	1,09	3,00
090	274,4	9 280,9	3,40	9,00
095	253,5	9 322,8	0,42	1,19
101	244,6	9 335,7	0,29	0,83
109	262,3	9 306,5	0,18	0,52
117	273,9	9 305,4	6,09	15,80

HYDRAULIC CHARACTERIZATION OF BARREIRAS AQUIFER IN THE
EASTERN COAST OF THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT -- Considering that Barreiras Aquifer is the most important system for groundwater supply in the eastern coastal region of the state of Rio Grande do Norte - Brazil, the authors had tried to explain its regional behavior.

A transmissivity map was made by transmissivity and specific yield data, using local interpolation method.

The hydraulic properties and geological data lead to the conclusion that Barreiras Aquifer is regionally a water-table aquifer from Natal to the North and from there to the South, is characteristically semi-confined. By this way, obtained transmissivity values vary in the range of $100 \text{ m}^2/\text{day}$ - $1500 \text{ m}^2/\text{day}$. However, the largest transmissivity values were found only in small areas in the vicinity of the towns of São José do Mipibú and Touros and Natal city.