

ANÁLISE ECONÔMICA — FINANCEIRA DOS POÇOS PERFURADOS PELA CPRM NO SISTEMA BOTUCATU — PIRAMBÓIA

Mario Nascimento Souza Filho
Geólogo da CPRM/S. PAULO

ABSTRACT

In constructing deep water wells in the Paraná basin you have to drill through sequence of extrusives lava flows to reach the water bearing the Botucatu Formation.

After completing two wells in São José do Rio Preto with good results as to water quality, flow capacity and favorable water level the CPRM branched out into other areas of the basin.

Unfortunately in three wells, Concórdia, São Miguel do Oeste, Campo Grande, the static water levels were very far below surface.

Due to this fact development by air lift was or will be possible only to a fraction of aquifer capacity. Moreover production cost per water unit will be relatively high.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A sequência de operações nos dois primeiros poços perfurados foi previamente programada, de sorte que o projeto elaborado foi integralmente executado.

Assim sendo, as espessuras tanto de Arenito Bauru superficial como de Basalto da Formação Serra Geral previstas se confirmaram.

As espessuras de Arenito Botucatu também se situaram em torno das previsões. É bom frisar que em São José do Rio Preto após 290 metros de arenito a perfuração foi concluída sem que se tivesse atingido a Formação Rio do Rasto imediatamente inferior.

Já em Presidente Prudente, o topo da Formação Rio do Rasto foi confundido com a base da Formação Pirambóia, face ao seccionamento de siltitos arenosos que dificultaram a identificação do contato. Em vista disto, 60 metros da Formação Rio do Rasto foram perfurados, num total de 365 metros de sedimentos perfurados subjacentes aos derrames basálticos.

No poço de São José do Rio Preto I o nível estático situou-se aos 26 metros, facilitando o emprego de ar comprimido no processo de limpeza e desenvolvimento, uma vez que extraímos mais de 130.000 l/hora.

Já no de Presidente Prudente, a situação foi ainda mais fácil pois quando iniciávamos a troca de fluido de completação por água o poço

ço entrou em surgência. Colocado o compressor extraiu-se de 300.000 l/hora.

Com Campo Grande I, iniciamos a fase de poços com nível estático profundo e basalto aflorando na superfície.

Afora os problemas operacionais decorrentes da perfuração em si, pescarias, prisão de ferramenta, houve neste caso um outro agravante. Um arenito intertrapeano situado entre 179 e 219 metros contribuiu para a formação de um desvio acentuado (dog leg) que complicou a fase de completação do poço.

Uma vez concluído, o desenvolvimento com compressor não mostrou a eficiência desejada, daí termos que partir para uma bomba de eixo prolongado para auxiliar a etapa de desenvolvimento. Com compressor tirou-se \pm 30.000 l/hora.

Paralelamente a execução de Campo Grande I, a CPRM era contratada para perfurar um poço em Concórdia - Santa Catarina, para a Sadia Indústria e Comércio.

Os dados geológicos, regionais, acusavam a ocorrência de \pm 90 metros de Arenito Botucatu em sub-superfície, com uma pressão de surgência projetada para a cota 588 metros, conforme os dados do Poço de Piratuba perfurado pela Petrobrás. Ora o poço locado estava na cota 548 metros, donde se concluiu que ele seria no mínimo Jorrante.

Concluída a perfuração, descidas as telas, trocada a lama de perfuração por fluido especial para a completação, na hora de bombear pré-filtro por circulação reversa houve perda total de circulação, através de fraturas superficiais.

Alargado, revestido até os 104 metros, o poço foi completado, com a injeção do pré-filtro calculado.

No desenvolvimento com compressor a outra surpresa; o poço não só não era jorrante como também o nível estático foi situar-se aos 164 metros de profundidade.

Várias hipóteses foram levantadas na ocasião, porém o problema era equacionar como tirar a quantidade necessária desejada pela Sadia.

Optou-se por uma bomba de eixo prolongado, porém, por motivos mecânicos, falta de refrigeração em um dos bombecedores um dos eixos partiu-se.

Com isso ficou descartada a possibilidade da continuidade do teste, aliada a prisão de uma flange do bombeador de diâmetro 11 7/8" na sapata do revestimento de 13 1/4" quando da retirada da coluna.

Por solicitação da Sadia, foram colocados então dois compressores e o poço foi desenvolvido até 60.000 litros por hora.

Dimensionada a bomba, definidos os níveis de exploração, outra surpresa; a vazão era menor que a projetada, com um nível estático real de Arenito Botucatu confinado, 20 metros mais baixo que o original. Com isso pode-se concluir que, com dois compressores também o poço não se desenvolveu a contento havendo a contribuição de água de fratura de baixo salto que falsearam os resultados preliminares.

A sonda T-50 após concluir o poço de Presidente Prudente deslocou-se para Londrina-PR, contratada para terminar o poço Londrina I, iniciado pela Air Lift - Indústria e Comércio e paralizado aos 900 metros em basalto.

Impossibilitados de concluir o programa original, optou-se por deslocar-se a máquina a 3 quilômetros e iniciar um novo poço.

Neste caso, todos os cuidados com fraturas superficiais foram tomados bem como, preservada uma câmara de bombeamento em 17 1/2" aberta em basalto até 120 metros. Como o nível situou-se próximo a superfície, sendo inicialmente jorrante como Prudente, foi fácil o desenvolvimento e testes de produção.

A sonda Failing - 3.000 que concluiu o poço Rio Preto I, foi deslocada 3 quilômetros para a execução do poço Rio Preto II, o qual

foi concluído sem maiores problemas, aprimorando a técnica de completação de tal forma que a vazão específica foi de 50% maior que Rio Preto I.

De Rio Preto II a sonda foi deslocada para Cornélio Procópio a fim de executar o segundo poço profundo da Cia. Iguaçu de Café Solúvel. Os dados do poço I foram valiosos tanto para a elaboração do projeto, bem como para a execução do programa. Todas as precauções previsíveis foram tomadas e a obra foi concluída estritamente dentro do programa pré-estabelecido.

O contrato Iguaçu-CPRM não previa a realização de testes de bombeamento, face a grande profundidade do nível estático.

Desta forma, foram mantidos contatos com o objetivo de alugar-se o mesmo equipamento utilizado em Concórdia.

O poço em questão estava limpo e desenvolvido com compressor até 30.000 litros/hora.

Instalada a bomba, iniciado o bombeamento, a vazão inicial foi duas vezes superior a extraída com o compressor o que motivou inicialmente a saída de muita areia. A quantidade foi tal (\pm 16 metros cúbicos) que quando bombeávamos a 150.000 litros/hora, sem areia, um dos eixos partiu-se pois a sua folga existente era excessiva.

A sonda Failing - 3.000 que completara Concórdia foi deslocada para São Miguel d'Oeste, a fim de executar o poço para a CASAN.

Projetado para 700 metros de profundidade total, aos 1.127 metros a máquina teve de ser trocada pois ainda continuávamos a perfurar basalto.

Uma perda total de circulação aos 180 metros de profundidade e aliado aos dados de Concórdia levou-nos a propor a execução de um teste de formação a fim de confirmar o nível estático, previsto para ser jorante, bem como analisar as características físico-químicas da água da formação.

Com isto o programa foi reformulado duas vezes, pois foi constatado que o NE era profundo, \pm 180 metros, o que obrigaria a abertura de uma câmara de bombeamento em 17 1/2" até \pm 350 metros.

A sonda que concluiu Cornélio Procópio foi deslocada para Campo Grande para executar o poço II, o maior poço já realizado para água subterrânea bacia do Paraná, pois teria que ser aberto em 23" até 370 metros.

Aceito o desafio, encontra-se no momento em fase de completação.

CONCLUSÕES

1. - As amortizações relativas a execução da obra são diretamente proporcionais as espessuras de basalto. Pouca diferença faz se o poço de acesso é aberto em 9 7/8" ou 12 1/4";
2. - A maior depreciação de poço já executado corresponde exatamente ao Poço 04-PP-01-SP. Uma prova que o diâmetro do poço pouca influência tem pode ser exemplificado com a comparação entre 04-LD-02-PR e 04-CP-01-PR;
3. - Os elevados valores de amortização de 04-JL-01-SP e 04-FE-02-SP devem-se aos reajustes previstos. Se considerarmos porém os orçamentos originais, respectivamente Cr\$..... 63.000.000,00 e Cr\$ 52.000.000,00, teríamos 0,604 ORTN/h para J.L. e 0,482 ORTN/h para F.E.
O primeiro valor de Jales é mais elevado porque o basalto será alargado para 15" enquanto que o de Fernandópolis se aproxima muito de Prudente, ambos muito parecidos tecnicamente;
4. - Quando os níveis estáticos são próximos a superfície, os valores de amortização do equipamento de bombeamento são baixos, haja visto, Rio Preto I e II, Prudente, Jales e Fernandópolis.
Nestes casos dois fatores contribuem, ou sejam os preços das bombas são mais baixos e as vazões bombeadas maiores.

TABELA I - DADOS TÉCNICOS

SIGLA DO POÇO	PROFD. FINAL (m)	ESP. DE BASALTO (m)	Ø	ESP. DE ARENITO	Ø	DATAS DE INÍ- CIO E TÉRMI- NO		VALOR FINAL EM Cr\$...	VALOR EM ORTN/NA DA TA. CONCL.	PREÇO/ METRO EM ORTN
04-PP-01-SP	1800	1212	12 1/4"	330	14"	12/77	12/78	24.215.977,80	77.044,40	42,247
04-RP-01-SP	1080	685	12 1/4"	287	14"	12/77	10/78	16.805.663,75	52.775,00	48,866
04-RP-02-SP	1136	710	12 1/4"	296	14"	10/78	09/79	21.719.461,48	52.686,45	46,380
04-LD-02-PR	969	846	12 1/4"	123	14"	02/79	06/79	19.352.143,09	51.258,52	52,898
04-CP-01-PR	979	807	9 7/8"	172	14"	03/79	12/79	20.950.109,67	44.697,38	45,656
04-CG-01-MT	643	240	17 1/2"	403	15"	09/78	09/79	11.890.013,60	28.842,45	44,856
04-CD-01-SC	652	563,00	12 1/4"	89	14"	09/78	04/79	12.275.380,60	35.021,48	53,714
04-SMC-01-SC	1410	1212	12 1/4"	198	12 1/4"	05/79		29.317.682,19	48.539,21	34,425
04-CG-02-MS	679,60	204	23"	475,6	23"/15"	01/80		25.484.012,08	44.956,45	66,152
04-JL-01-SP	1700,00	1280	15"	300,00	17 1/2"	12/79	12/80	83.000.000,00	177.081,78	104,166
04-FE-02-SP	1500,00	1180	12 1/4"	300,00	17 1/2"	04/80	02/81	80.000.000,00	146.348,60	97,566
04-RB-01-SP	991	-	-	991	8 1/2"	08/79	11/79	11.557.989,00	25.772,04	26,006

- 1) Perfurado em 9 7/8" e alargado para 12 1/4" com Rapidex.
- 2) Até julho/80, em fase de completação.
- 3) Valores estimados.

<u>SIGLA</u>	<u>LOCALIDADE</u>
04-PP-01-SP	P.Prudente
04-RP-01-SP	R.Preto I (1)
04-RP-02-SP	R. Preto II
04-LD-02-PR	Londrina II
04-CP-01-PR	C.Procópio
04-CG-01-MT	C.Grande I
04-CD-01-SC	Concórdia
04-SMC-01-SC	S.M.D'Oeste (2)
04-CG-02-MS	C.Grande II (2)
04-JL-01-SP	Jales (3)
04-FE-02-SP	Fernandópolis (3)
04-RB-01-SP	R.Batalha

TABELA II - DADOS FÍSICOS - FINANCEIROS

SIGLA DO POÇO	NÍVEL ES-TÁTICO (m)	NÍVEL DINÂMICO (m)	VAZÃO (m ³ /h)	AMORTIZAÇÃO DO POÇO (1)	AMORTIZAÇÃO DA BOMBA (2)	CUSTO/m ³ DE ÁGUA Cr\$...	VALOR DA BOMBA ESTIMADO ORTN (3)
04-PP-01-SP	13	55	500	0,446/h	0,096/hora	0,65	4.140,00
04-RP-01-SP	26	78	500	0,305/h	0,096/hora	0,48	4.140,00
04-RP-02-SP	36	69	500	0,305/h	0,096/hora	0,48	4.140,00
04-LD-02-PR	± 30	90	300	0,296/h	0,153/hora	0,90	6.620,00
04-CP-01-PR	160	210	150	0,259/h	0,172/hora	1,73	7.450,00
04-CG-01-MT	73(?)	150	110	0,167/h	0,192/hora	1,97	8.280,00
04-CD-01-SC	184	195	50	0,203/h	0,038/hora	2,91	1.656,00 (4)
04-SMO-01-SC	223	350 **	300	0,281/h	0,421/hora	1,41	18.212,00
04-CG-02-MS	93(?)	350 **	400	0,260/h	0,460/hora	1,09	19.867,00
04-JL-01-SP	10	60 *	700	1,025/h	0,191/hora	1,05	8.280,00
04-FE-02-SP	10	50 *	500	0,847/h	0,096/hora	1,14	4.140,00
04-RB-01-SP	+ 12	0	60	0,149/h	---	1,50	---

* Valores Previstos

** Valores Estimados

- 1) Considerando uma vida útil de 20 anos para cada poço, em ORTN por hora.
- 2) Considerando uma vida útil de 5 anos para o equipamento de extração.
- 3) Valor da ORTN Cr\$ 604,00.
- 4) Bomba com Motor Submerso.

com intercalações de siltito e argilas silticas, o que o caracteriza como "anisotrópico".

O poço TR-I e o piezômetro PzTr foram completados com a finalidade de testar a camada aquífera de 52 m de espessura (indicada na fig. 8) que se acha limitada no topo por um "aquítard" com 50 m de espessura saturada e na base por uma camada siltica argilosa com características também de "aquítard".

Desde que 78% da espessura saturada da camada aquífera de espessura $b = 52$ m, nos poços TR-I e Pz Tr, foram telados, pode-se admitir para fins práticos que o aquífero seja totalmente penetrante. Para efeito de análise dos rebaixamentos no poço observado, foi aplicado o método de Walton válido para aquífero semi-confinado drenante em regime de não equilíbrio.

Os dados de rebaixamento no poço observado Pz Tr ($r = 48$ m) foram plotados versus os correspondentes tempo t em papel bilogarítmico (fig. 9). Por comparação da curva obtida com a família de curvas padrões de Walton, verificou-se uma maior coincidência com a curva de $r/B = 0,03$ e no ponto P de ajuste foram tirados:

$$W(\bar{u}, r/B) = 3,3; l/u = 50; s = 3,5 \text{ m e } t = 6,0 \times 10^3 \text{ s}$$

Introduzindo estes valores numéricos e a descarga Q de bombeamento de $8,46 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ nas equações (1) e (2), foram determinados os valores dos parâmetros T e S ou seja:

$$T = 6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} \text{ e } S = 1,31 \times 10^{-4}$$

Conhecidos os valores numéricos de $T = 6,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, $b = 52$ m, $b' = 50$ m e $r/B = 0,03$, foram calculados os demais parâmetros hidráulicos, conforme apresentado a seguir:

$$K = 1,21 \times 10^{-5} \text{ m/s}; K' = 1,23 \times 10^{-8} \text{ m/s e } B = 1600 \text{ m.}$$

6. TESTES DE PRESSÃO À VAZÃO LIVRE

Conforme assinalado anteriormente, foram realizados testes de pressão à vazão livre em cinco poços jorrantes na área em apreço. O procedimento adotado em todos eles consistiu no seguinte:

inicialmente, o poço era fechado por um tempo suficientemente longo até a pressão tornar-se máxima ou estática (as pressões foram registradas com um medidor de pressão eletrônico, o DIGITESTER);

em seguida, o registro de saída d'água era aberto e as descargas d'água foram medidas sistematicamente por um período tal, até a descarga tornar-se mínima ou constante (as vazões foram medidas com o auxílio de um reservatório de 20 l e um cronômetro).

Na análise dos resultados dos testes de pressão, foi aplicado o método aproximativo de Jacob - Lohman's (1952). Seguindo a orientação do método, em todos os casos, o rebaixamento constante s_w (diferença entre a carga estática do poço e a altura de saída d'água) foi dividido pelas vazões Q_i . Os valores de s_w/Q_i obtidos, foram plotados versus os correspondentes tempos t em escala monologarítmica (t em escala logarítmica).

Os valores de transmissividade foram obtidos pela equação:

$$T = \frac{2,30}{4\pi \Delta(s_w/Q_i)}, \text{ onde } \Delta(s_w/Q_i) \text{ corresponde à inclinação da reta representativa de } (s_w/Q_i) \times t, \text{ para um ciclo logarítmico.}$$

Os poços submetidos a este tipo de teste foram IN-I, IN-II, MX-I, MX-II e PT-I.

No quadro 3 pode ser observado que os valores de permeabilidade obtidos utilizando este método estão coerentes com aqueles encontrados pelos métodos de Walton e Hantush, com correção de penetração parcial, levando-se a supor que os efeitos produzidos por tais fenômenos são mínimos, em poços com fluxo livre.

7. SÍNTESE DOS PARÂMETROS HIDRÁULICOS OBTIDOS

O quadro 2 resume os resultados dos testes de aquífero executados. Todos os poços são jorrantes com cargas estáticas que variam de 1,28 m (MX-I) a 6,54 m (PzMx) acima do solo. As vazões de jorro vão de 0,48 m^3/h (MX-I) a 5 m^3/h (TR-I).

As profundidades dos poços variam de 40 m (MX-II) até 400 m (IN-I). Foram testados diversos níveis do sistema aquífero em locais diferentes.

O quadro 3 sintetiza os valores dos parâmetros hidrodinâmicos

obtidos e os métodos utilizados em cada um das ensaios. Em termos globais os parâmetros ficaram definidos em intervalos conforme segue:
T = 1,23 a 7,00 x 10⁻⁴m²/s; K = 3,00 a 12,00 x 10⁻⁶m/s; S = 0,34 a 3,00 x 10⁻⁴ e K' = 0,22 a 2,14 x 10⁻⁸m/s.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1 - CUSTÓDIO, Emilio & LLAMAS, Manuel Amon. Hidrologia Subterrânea. Barcelona Ed. Omega, 1976. 2 v. il.
- 2 - FERRIS, J. C. et alii. Theory of aquifer tests. Washington, 1965. 174 p (Geological Survey Water - Supply Paper, 1536 - E).
- 3 - HANTUSH, M. S. Aquifer tests on partially penetrating Wells. Journal of the Hydraulics Division Proceedings of the American Society of Civil Engineers, out. 1961. p. 171-195.
- 4 - KRUSEMAN, G. P. & DE RIDDER, N. A. Analysis and evaluation of pumping test data. Wageningen, International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1970. 200 p. (Boletim, 11).
- 5 - WALTON, W. C. Ground Water resource evaluation. New York, Mac Graw Hill, 1970. 664 p.
- 6 - ———. Selected analytical methods for well and aquifer evaluation. Illinois, 1962. 81 p. (Bul. 49).

QUADRO 2
RESUMO DOS RESULTADOS DOS TESTES DE AQUÍFERO
- Sistema Aquífero Inajá-Tacaratu -

TESTE Nº	LOCAL	POÇO			t _b (horas)	r (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	s (m)	Q (m ³ /h)	Q min jorro (m ³ /h)	
		Bomb.	Observ.	Fluxo Livre								
1	Poço Sujo (Inajá)	IN-I			54		+ 5,00	47,00	52,00	61,00		
			P _{z1}			50	+ 4,00	17,80	21,80			
2			IN-I	24		+ 4,40	-	-	Variável	4,14		
3		IN-II			48		+ 2,50	57,10	59,60	72,00		
			P _{z2}			50	+ 2,50	6,50	9,00			
4				IN-II	21		+ 2,49	-		Variável	2,88	
5		Pau Preto			MX-I	9		+ 1,28	-		Variável	0,48
6		Moxotó			MX-II	7		+ 2,77	-		Variável	0,71
7			MX-III			51		+ 6,50	13,60	20,10	25,56	
				PzMx			45	+ 6,54	1,18	7,72		
			MX-II		100	+ 2,68	3,24	5,92				
8	Barreiras			PT-I	8		+ 3,82	-		Variável	4,21	
9	Trocado	TR-I			52		+ 6,00	10,64	16,64	30,45		
			PzTr			48	+ 5,82	0,93	6,65			
10	Catimbau	SETE						8,10	10,98			

QUADRO 3
RESUMO DOS PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS OBTIDOS
- Sistema Aquífero Inajá-Tacaratu -

TESTE Nº	LOCAL	POÇO			MÉTODO	T (m ² /s)	K (m/s)	S	K' (m/s)	B (m)	b (m)	b' (m)
		Bomb.	Observ.	Fluxo Livre								
1	Poço Sujo (Inajá)	IN-I										
			P _{Z1}		WALTON	$7,00 \times 10^{-4}$	$7,5 \times 10^{-6}$	$3,4 \times 10^{-5}$	$2,28 \times 10^{-9}$	1.660	93	9
2				IN-I	JACOB - LOHMAN'S	$3,50 \times 10^{-4}$	$7,0 \times 10^{-6}$					
3			IN-II									
			P _{Z2}		HANFUSH (Ponto de Infl.)	$5,88 \times 10^{-4}$	$7,20 \times 10^{-6}$	$7,42 \times 10^{-5}$		192	81	
4				IN-II	JACOB - LOHMAN'S	$2,85 \times 10^{-4}$	$5,70 \times 10^{-6}$					
5	Pau Preto			MX-I	JACOB - LOHMAN'S	$1,23 \times 10^{-4}$	$6,15 \times 10^{-6}$				20	
6				MX-II	JACOB - LOHMAN'S	$1,30 \times 10^{-4}$	$6,50 \times 10^{-6}$				20	
				MX-III	JACOB	$4,33 \times 10^{-4}$	$3,41 \times 10^{-6}$				124	
7	Moxotó			PzMx	WALTON	$3,89 \times 10^{-4}$	$3,14 \times 10^{-6}$	$3,00 \times 10^{-4}$	$2,14 \times 10^{-8}$	600	124	20
				MX-II	WALTON	$3,71 \times 10^{-4}$	$3,00 \times 10^{-6}$	$1,32 \times 10^{-4}$	$1,66 \times 10^{-8}$	666	124	20
8	Barragem			Pt-I	JACOB - LOHMAN'S	$2,10 \times 10^{-4}$						
9	Trocado			TR-I								
				Pz Tr	WALTON	$6,3 \times 10^{-5}$	$12,0 \times 10^{-6}$	$1,31 \times 10^{-4}$	$1,23 \times 10^{-8}$	1.600	52	50
10	Catimbau	SETE			JACOB	$1,74 \times 10^{-4}$	$3,00 \times 10^{-6}$					
Intervalo						$1,23 \text{ a } 7,00 \times 10^{-4}$	$3,00 \text{ a } 12,0 \times 10^{-6}$	$0,34 \text{ a } 3,00 \times 10^{-4}$	$0,22 \text{ a } 2,14 \times 10^{-8}$	192 a	20 a	9 a
										1.660	124	50

- Hidrogeologia Bacia Jatobá

Fig. 1

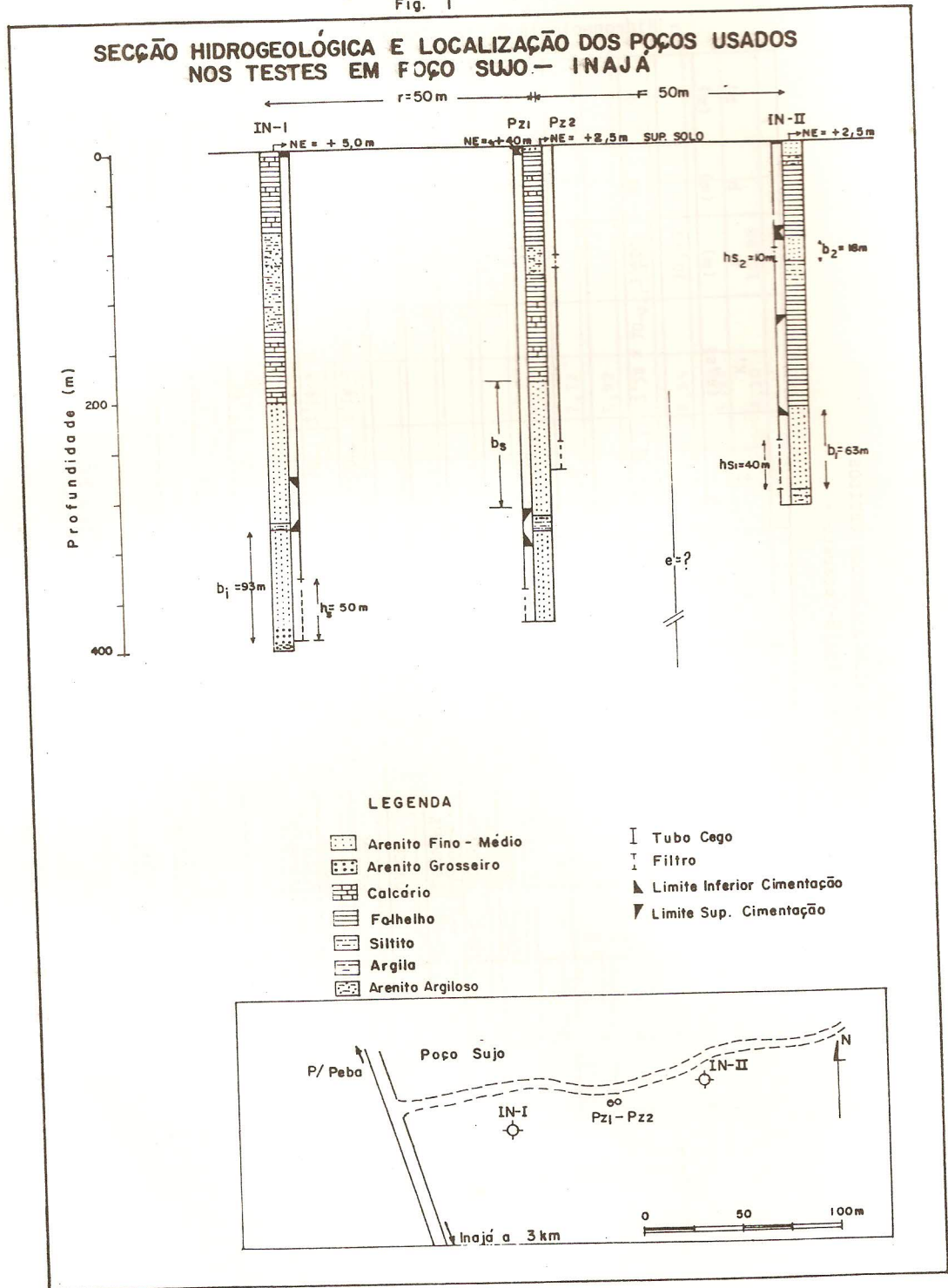
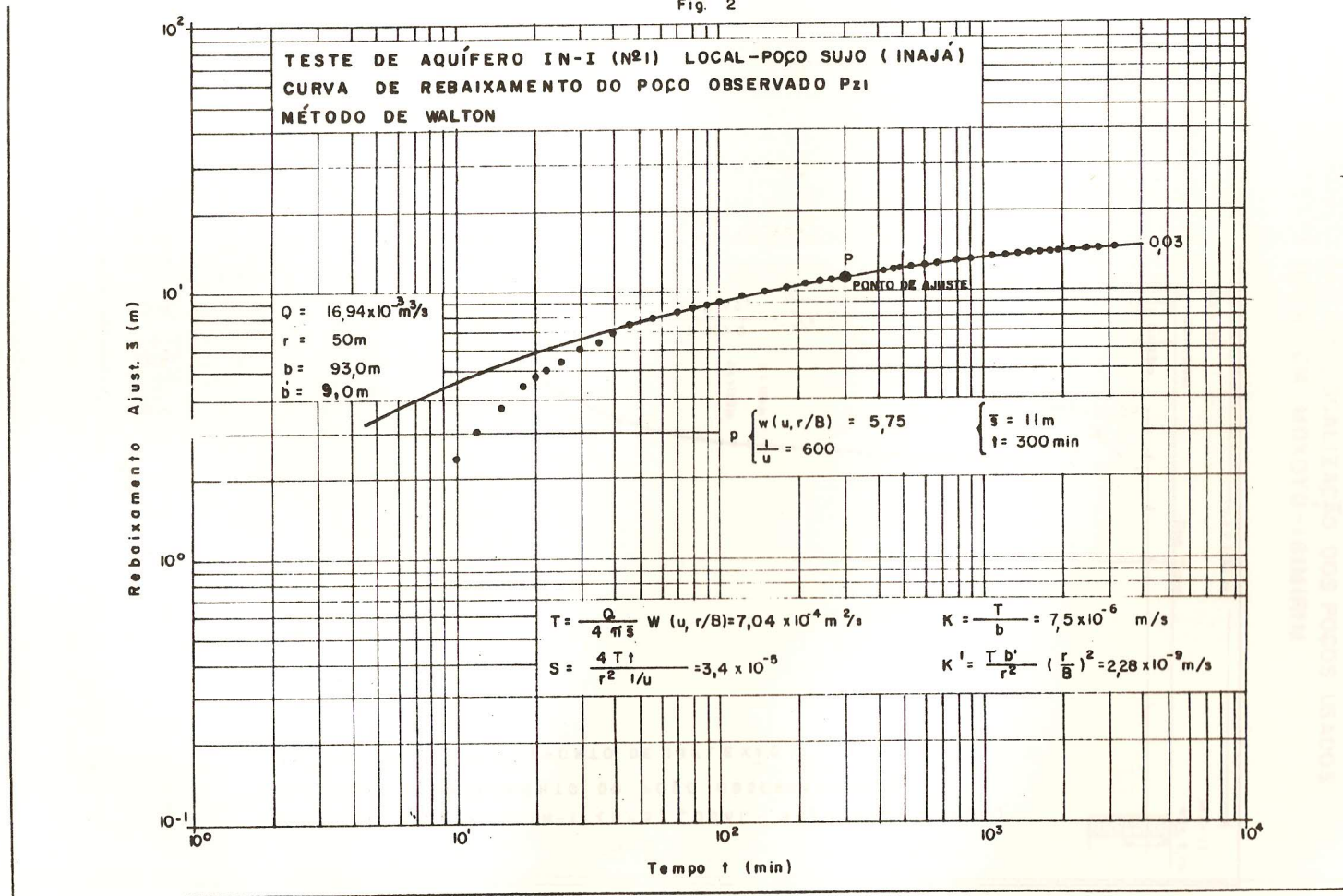


Fig. 2



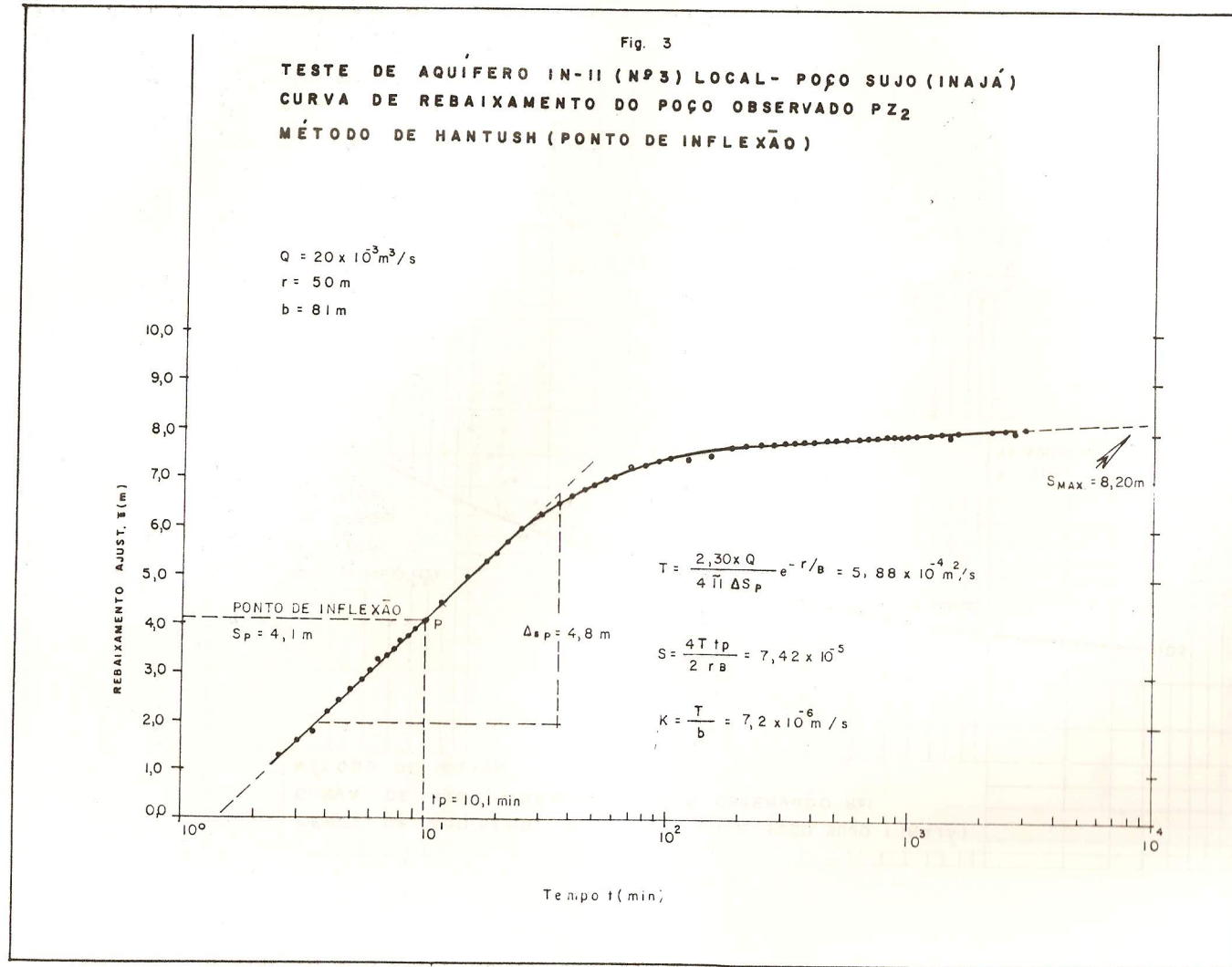
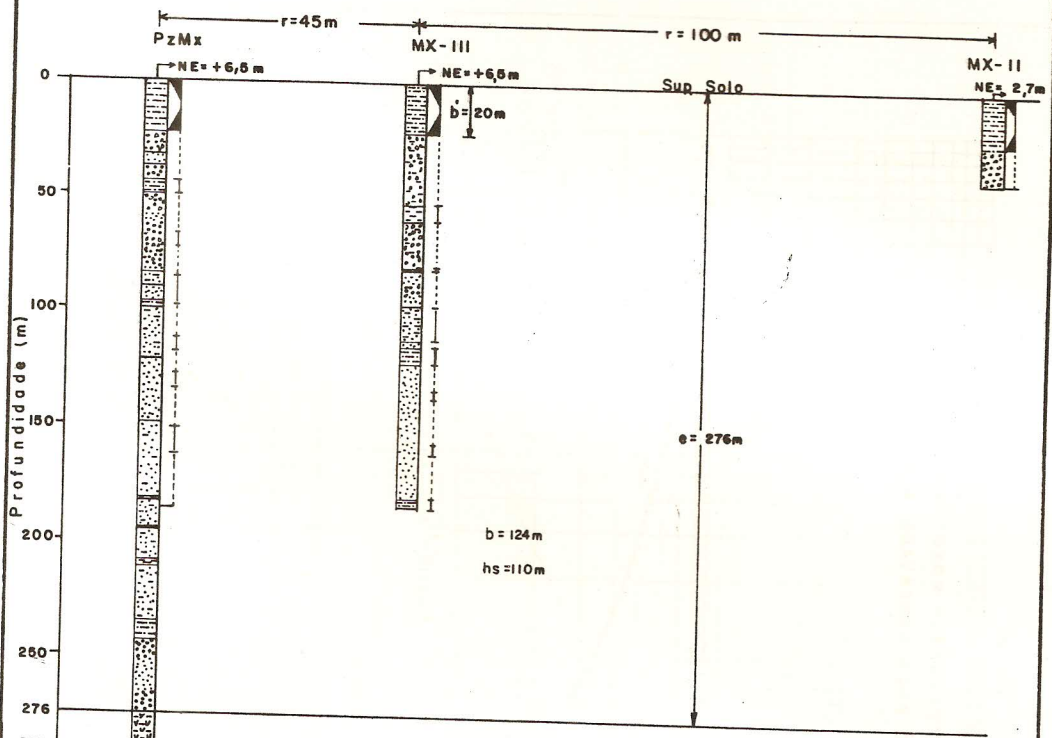


Fig. 4

SECÇÃO HIDROGEOLÓGICA E LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS USADOS
NO TESTE MX-III EM MOXOTÓ-IBIMIRIM



LEGENDA

- | | | | |
|--|------------------------|--|--------------------------|
| | Arenito Fino - Médio | | I Tubo Cego |
| | Arenito Grosso | | I Filtro |
| | Arenito Conglomerático | | ▲ Limite Sup. Cimentação |
| | Siltito | | ▼ Limite Inf. Cimentação |
| | Argila | | |
| | Arenito Argiloso | | |
| | Cristalino | | |

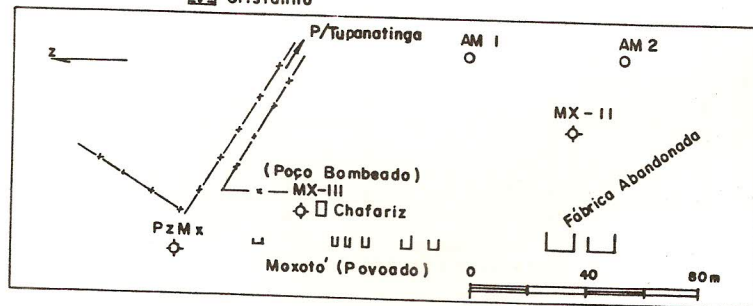


Fig. 5

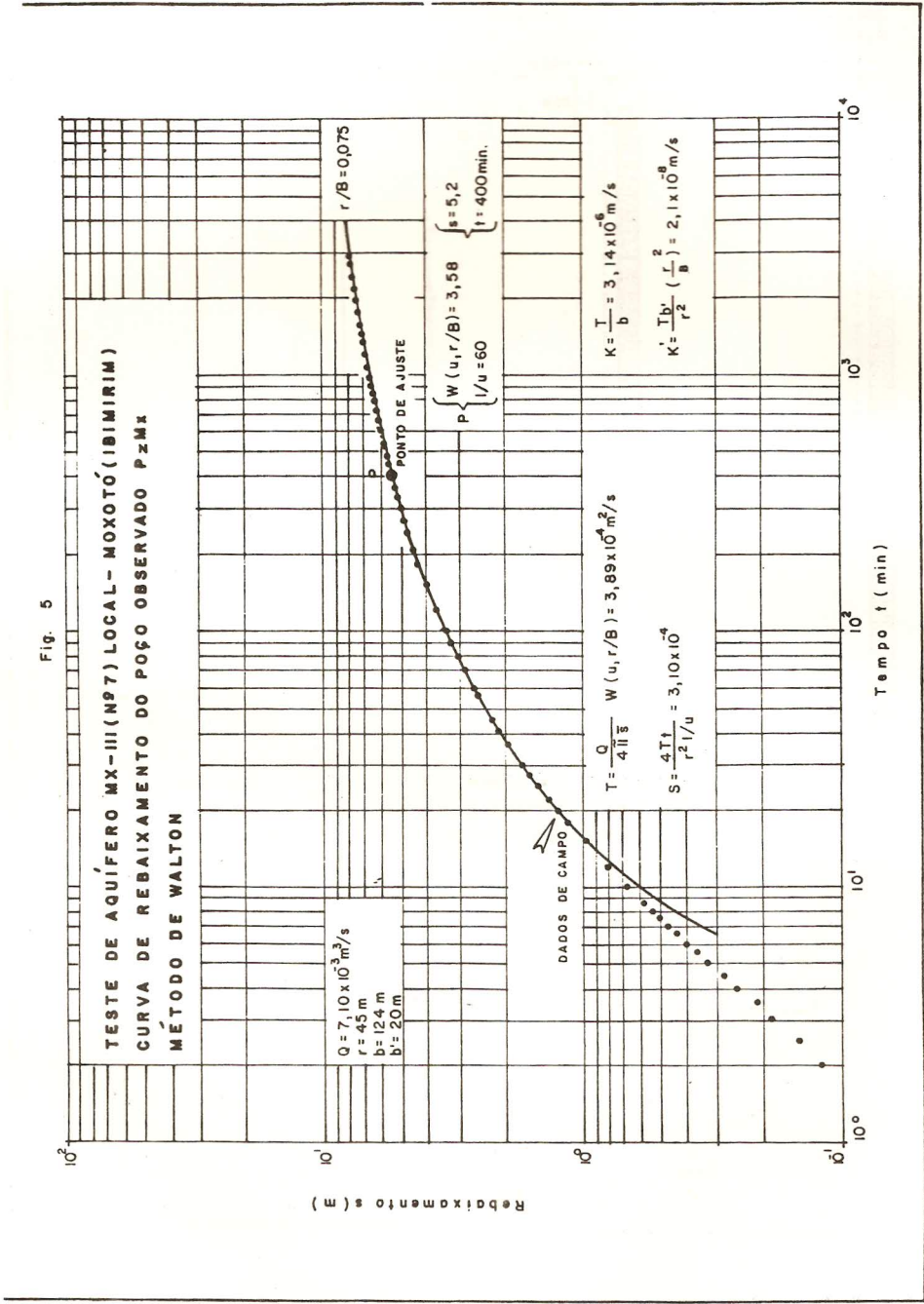
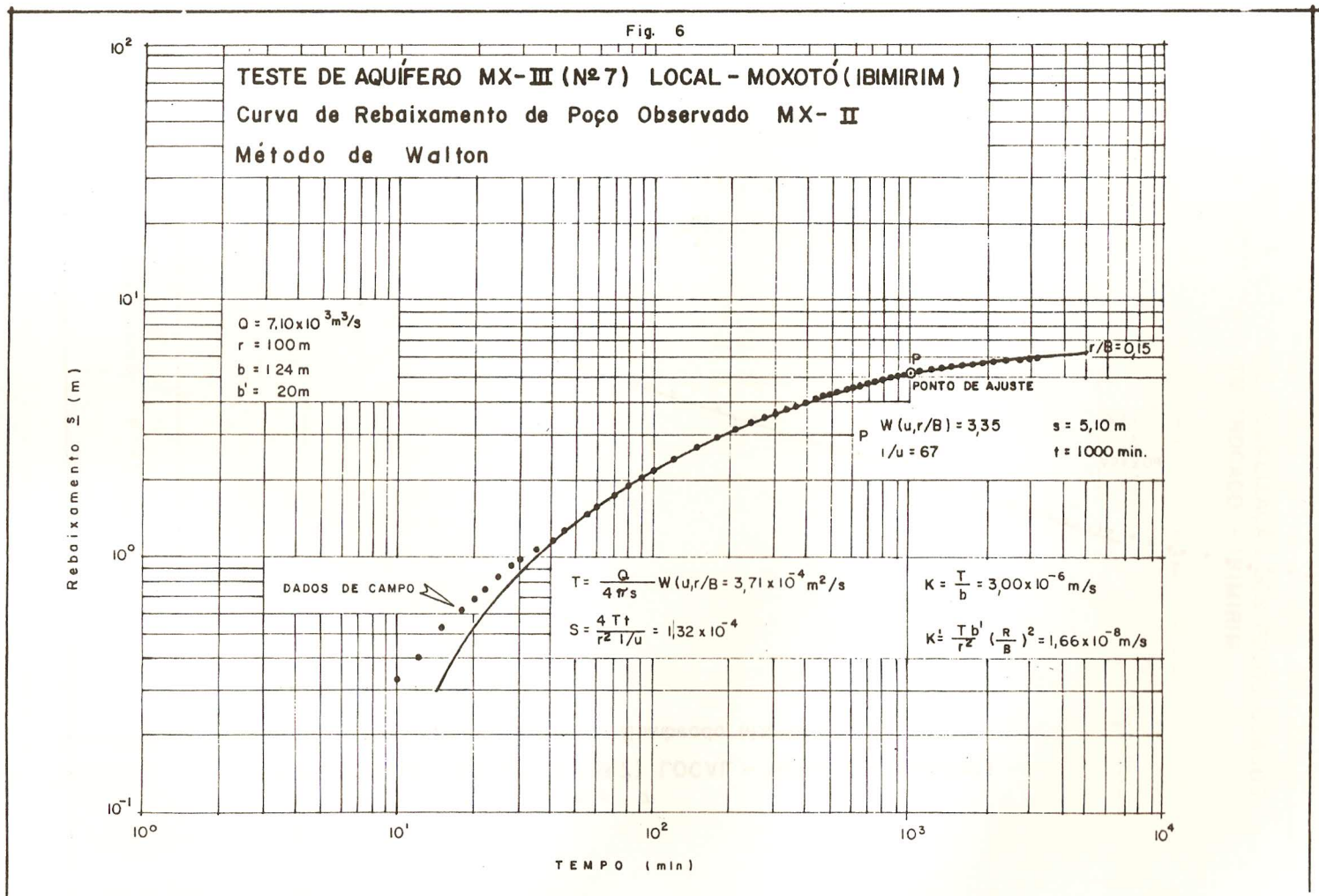


Fig. 6



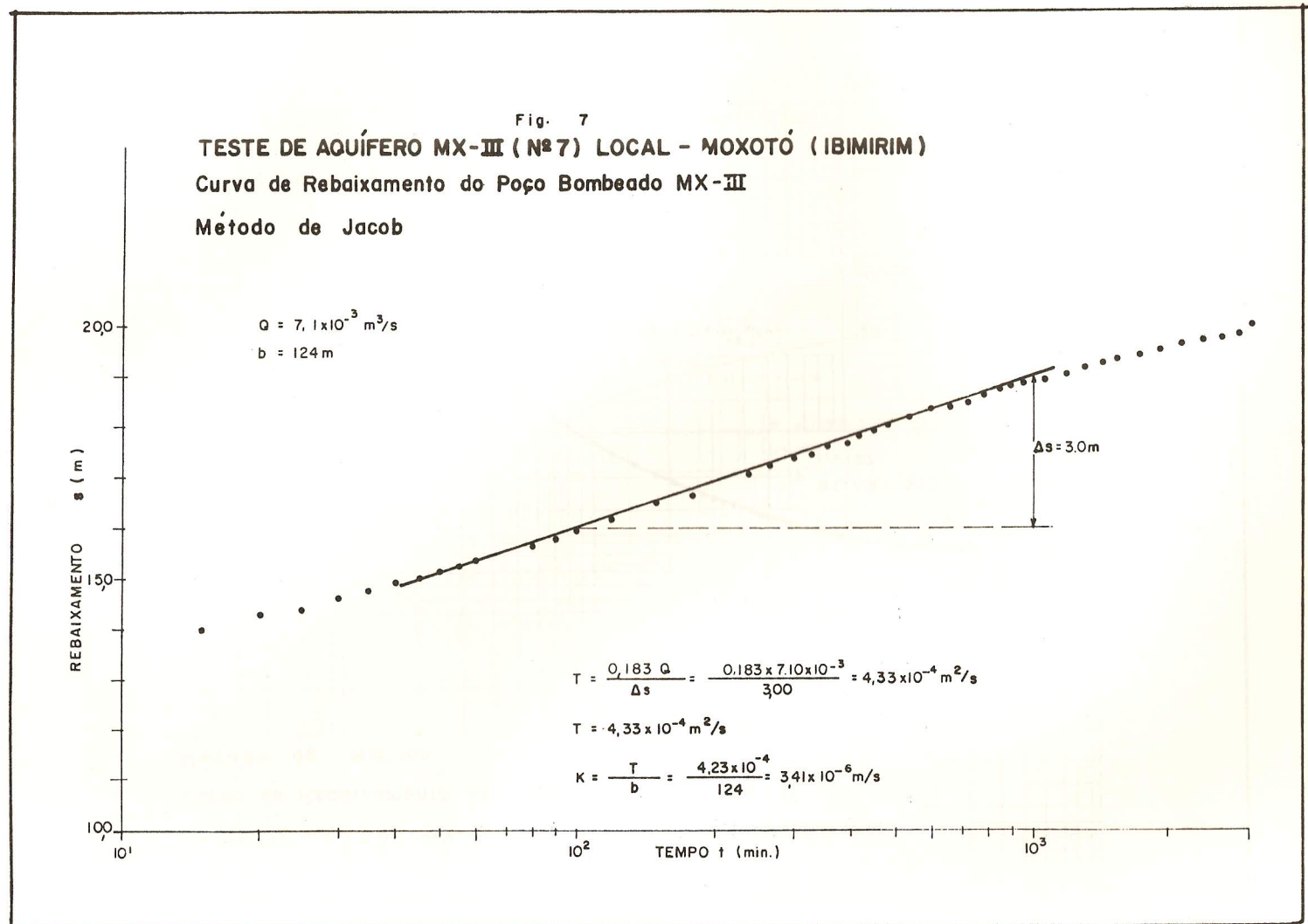


Fig. 8

SECÇÃO HIDROGEOLÓGICA E LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS USADOS
NO TESTE TR-I EM TROCADO - IBIMIRIM

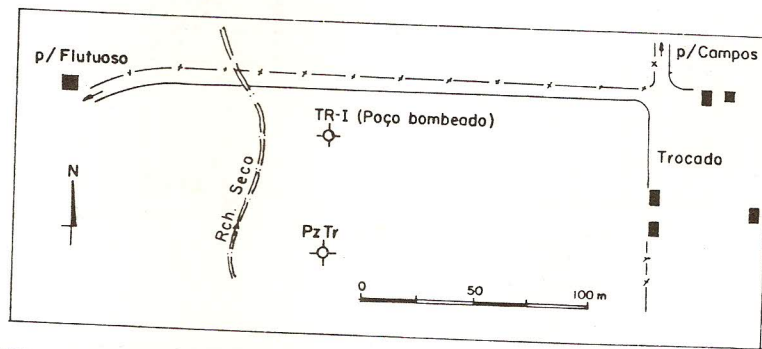
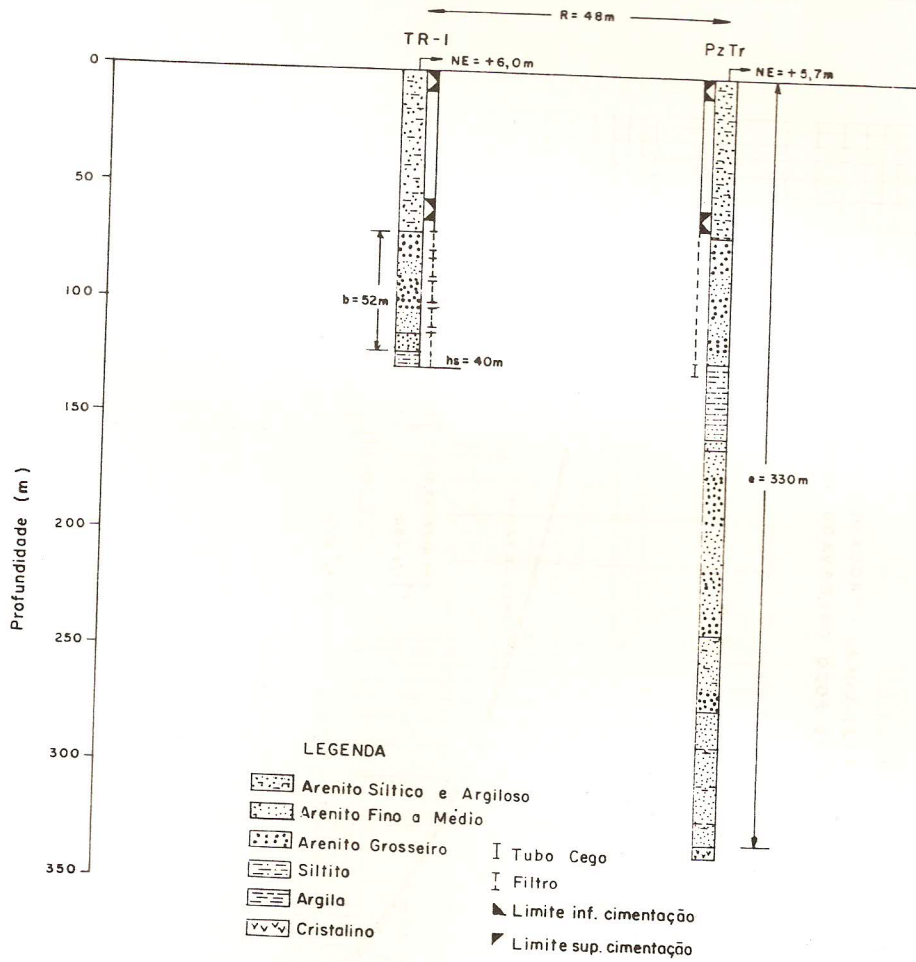
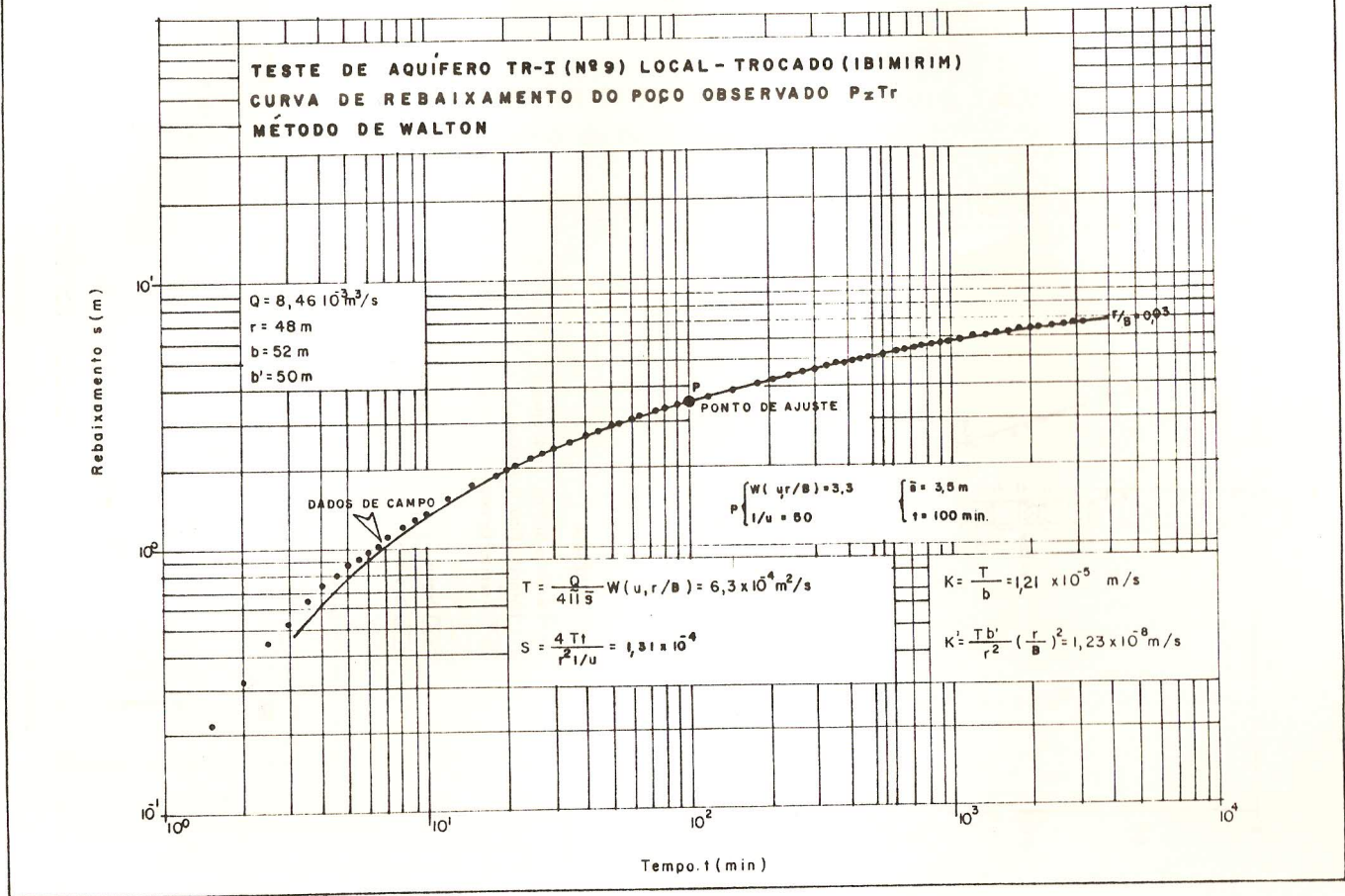


Fig. 9



INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Fig. 11
 TESTE DE PRESSÃO DO POÇO MX-I À VAZÃO LIVRE
 Metodo de Jacob-Lohman's
 Carga Máxima: 1,28 m

