Projeto Londrina II

Relatório Final do Poço:

04-LD-02-PR

I-96
CPRM — SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1535
N.º de Volumes: 1 V: -S
Phl 009612

S U M Á R I O

1. - Generalidades

1.1. - Histórico

1.2. - Objetivo

1.3. - Localização do Poço

2. - Geologia

2.1. - Aspectos Gerais

3. - Construção do Poço

3.1. - Perfuração

3.2. - Comentários Gerais

3.2.1. - Resumo dos Tempos de Penetração

3.2.2. - Utilização de Brocas"Journal"

3.3. - Completação

3.3.1. - Perfil de Revestimento

3.3.2. - Encascalhamento"Dowell"-Injeção de Pré-filtro.

3.4. - Desenvolvimento

3.4.1. - Lavagem

3.4.2. - Bombeamento pelo Método Air-Lift

3.5. - Teste de Produção

4. - Hidrogeologia

4.1. - Aspectos Gerais

5. - Dados do Poço

6. - Perfilagem

7. - Anexos

APRESENTAÇÃO

Através do contrato 482/DAD/78, firmado com a Administração de Recursos Hídricos - ARH, posteriormente denominada Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente-SUREHMA, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, foi incumbida da perfuração de um poço tubular na cidade de Londrina - PR.

O presente relatório tem o propósito de reunir os dados técnicos obtidos durante os trabalhos de perfuração, completação e desenvolvimento do poço 04-LD-02-PR.

1. - Generalidades

1.1. - Histórico do Projeto

A perfuração do poço 04-LD-02-PR em Londrina foi autorizada pela Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Estado do Paraná, através da Solicitação de Serviços SUREHMA/GS/174/79, em 18.01.79.

1.2. - Objetivo

O poço 04-LD-02-PR em Londrina destinou-se a captação de Água Subterrânea do Aquífero Botucatú como parte de um estudo para avaliação dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Estado do Paraná e, aproveitamento para reforço no abastecimento urbano daquela cidade.

1.3. - Localização do Poço

Com o objetivo de contrabalançar problemas de adução com profundidade de nível estático, o poço foi locado no sítio Boa Esperança, à margem do Ribeirão Cafezal, distante cerca de 5 Km da cidade na cota 448m.

2. - Geologia

Logo no início da perfuração encontramos a Formação Serra Geral que funciona como capa deste sistema aquífero. Perfurou-se 846,00m de basalto com algumas fraturas, apresentando-se um total de 27 derrames de espessuras variáveis de 11 m até 57 metros. A Formação Botucatú com o tôpo a 846,00 metros apresentou inicialmente arenitos laranja claro, médios, homogêneo, pouco silicificado, vindo a seguir arenitos brancos grosseiros e médios a grosseiros, bem selecionados com muitas concreções síltico-arenosas, grãos de 3 à 10 mm; passando pa

ra arenito creme esbranquiçado com tons esverdeados, friável.

Sotoposta, aos 956m encontramos a Formação Rio do Rasto com arenitos avermelhados e esverdeados, mal selecionados, síltico-argilosos. A perfuração foi encerrada nesta formação aos 969,00 metros.

3. - Construção do Poço

3.1. - Perfuração

Os trabalhos de perfuração foram desenvolvidos no período de 03.02.79 a 13.05.79.

Foi executada a seguinte sequência de operações:

- Perfuração em Ø 26" de 0,00m até 9,00 metros
- Perfuração em Ø 17 1/2" de 9,00m até 18,00 metros
- Alargamento em Ø 26" de 9,00m até 18,00 metros
- Perfuração em Ø 12 1/4" de 18,00m até 225,70 metros
- Alargamento em Ø 24" de 18,00m até 34,00 metros
- Perfuração em Ø 12 1/4" de 225,70m até 969,00 metros
- Alargamento em Ø 17 1/2" de 34,00m até 120,00 metros
- Alargamento em Ø 14" de 846,00m até 968,10 metros

Para a perfuração do poço foram utilizados os seguintes equipamentos:

01. Sonda T-50B com motor Cummins 380 HP, mastro telescópico, mesa rotativa, catarina, kelly de 14,70m, swivel, guincho com capacidade de içamento de 50 t.
02. Bomba de Lama 2PN-400 - 7 1/4" x 12" com motor FAUR 460HP.
03. Bomba de Lama 2PN-340 - 7 1/2" x 12" com motor CUMMINS - 400 HP.
04. Grupo gerador de 30 KVA com motor MWM.
05. Compressor de Ar tipo ECI - 375 e MS-V-20/350.
06. Bomba para lavagem com motor tipo GB-BI-9-77 Gilbarco.
07. Bomba Centrífuga com motor tipo 5DSI-M.

08. Bomba Centrífuga tipo 3045 - série 719-03.

09. Grupo Desareiador CBV com bomba tipo B0420 motor Perkins.

10. Peneira Vibratória D'Andrea com motor trifásico 5 HP.

11. Conversor de solda elétrica tipo B6WD43B - 8 com motor VW 1300.

12. Conjunto de solda oxi-acetileno.

13. Laboratório Baroid 821-40 para análise de lama.

14. Totco para medição de desvio, tipo 12421.

15. Mesa rotativa auxiliar.

16. Transceptor SSB - Telefunken com fonte.

17. Lixadeira Elétrica tipo 723.

18. Torno de Bancada.

19. Morsa Ridgid tipo 18-TO-4 Nº 26.

20. Alargador de 24" - Formação Dura.

21."Under-Reamer"Servco de 14".

22."Drill Collars"8" OD, 3" ID, 147 lb/ft, 6 5/8" Reg,Range 2.

23."Drill Collars"6 1/4" OD, 3" ID, 80 lb/ft, 4 1/2" XH, Range 2.

24."Drill Collars"5 3/4" OD, 2 3/4" ID, 64 lb/ft, 4 1/2" FH , Range 2.

25."Drill Pipes"4 1/2" IF, 16,6 lb/ft, EU, Range 2.

26. Subs Diversos para DC'S, DP'S e Brocas.

27. Reservatório de Água - 8.000L.

28. Reservatório de Combustível - 5.000 L.

29. Reservatório de Combustível - 1.000 L.

30. Uma barraca completa.

31. Uma Brasília VW-1977.

32. Duas Pick-Up Ford F-75.

33. Um Mercedes Benz - 1113

34. Dois cavalos Scania - 110

35. Duas pranchas baixas.

O regime de trabalho foi de 02 turnos diários de 12 horas cada, contando com 03 equipes de funcionários, sendo:

01 - Técnico de nível superior (Engº de Minas)
01 - Encarregado de Sondagem
03 - Sondadores
03 - Torristas
09 - Plataformistas
04 - Motoristas
01 - Mecânico
01 - Soldador

3.2. - Comentários Gerais

3.2.1. - Resumo dos Tempos de Perfuração

Perfuração + Alargamento	: 1.201,10m
Tempo	: 1.528:00 horas
Média	: 0,786 m/h

3.2.2. - Utilização de Brocas "Journal"

Durante a perfuração, tivemos oportunidade de trabalhar com 02 brocas Ø 12 1/4" tipo FP-53 e analisou-se o seu desempenho em relações as brocas comuns do tipo W7R.

Apresentamos a seguir um quadro demonstrativo - comparativo entre ambas.

QUADRO DEMONSTRATIVO

Ø	Nº	TIPO	ENT. (m)	SAÍDA (m)	METROS PERF.	PSB (lbs)	ROT (RPM)	TEMPO (h)	EST			ROCHA PERF.
									D	R	C	
12 1/4"	697	W7R-2J	225,70	295,50	69,80	30000	45	98:15	8	8	0	BASALTO
12 1/4"	689	W7R-2J	295,50	331,00	35,50	30000	45-60	58:40	7	8	0	BASALTO
12 1/4"	630	FP- 53	331,00	528,00	197,00	30000	40	217:05	2	6	0	BASALTO
12 1/4"	626	FP- 53	528,00	861,00	333,00	35000	45	259:45	1	5	0	BASALTO

Pelo exposto, vemos que para perfuração neste tipo de rocha, a atuação das brocas journal FP-53 é bastante superior, recompensando seu investimento, quer em tempo de broca-fundo, como em avanço.

3.3. - Completação

3.3.1. - Perfil de Revestimento

Após a descida do revestimento que foi procedido com o auxílio de uma rosca esquerda, formou-se um "liner" assim distribuído :

INTERVALO	MATERIAL
967,81m - 953,68m	- Revestimento cego, 8 5/8" OD
953,68m - 846,48m	- Filtro hidrossolo, 8 5/8" OD, extra reforçado, 0,5mm a 0,75mm
846,48m - 820,36m	- Revestimento cego, 8 5/8" OD
820,36m - 806,63m	- Filtros índices, 9" OD encamisando tubos 8 5/8" rasgados
806,63m - 791,71m	- Revestimento cego, 8 5/8" OD
791,71m - 791,11m	- Caixa da rosca esquerda.

A operação de descida teve a duração de 20:00 horas.

3.3.2. - Encascalhamento "Dowell" - Injeção de Pré-Filtro

A injeção de pré-filtro, selecionado em peneiras de malha 12, foi executado pela "Dowell", especialmente contratada para este fim.

Utilizou-se o sistema de circulação reversa, descendo-se uma cauda de 158,60m com DP's de 2 7/8" por dentro do "liner" e conectada à coluna de 4 1/2" através da rosca esquerda.

A operação seguiu o seguinte roteiro:

- Injeção de um colchão com 100 bbl de solução água + hexametafosfato de sódio p/dissolução do reboco feito pelo fluído de perfuração.
- Substituição do fluído de perfuração pelo fluído de completação, constituído de água + KCL + J. 160 (gelificante) + antifoam D-47 (anti-espumante) + soda cáustica. Foram prepa

rados 900 bbl do fluído com as seguintes características:
Peso = 8,5 lb/gal; viscosidade = 33 seg. Marsh

- Descida do revestimento e injeção do pré-filtro

Para a preparação do fluído, foi consumido:

- 900 bbl de água
- 5850 Kg de KCL
- 600 Kg de J-160
- 50 Kg de soda cáustica
- 20 L de Antifoam

O pré-filtro foi injetado na vazão de 4 a 5 BPM com a bomba trabalhando na velocidade de 30 a 38 SPM, sendo gastos 15t de cascalho tipo pérola, durando toda a operação cerca de 10:00 horas.

Como anormalidade, registrou-se próximo ao final da operação, uma perda parcial de circulação, conseguindo-se no entanto a injeção do volume calculado de pré-filtro.

Concluída a completação, desenroscou-se a rosca esquerda, retirou-se as colunas de 4 1/2" e 2 7/8", dando início aos preparativos para o desenvolvimento do poço.

3.4. - Desenvolvimento

3.4.1. - Lavagem

Esta etapa, constou do seguinte:

- Substituição do fluído de completação por água
- Injeção de uma solução de água + hexametafosfato de sódio, deixando-a em repouso durante 12 horas, para melhor atuação na dissolução do reboco.
- Circulação direta com jatos d'água nos filtros utilizando-se haste furada, levando 01:00 hora em cada seção.

Duração total da operação = 106:00 horas.

3.4.2. - Bombeamento pelo Método Air-Lift

Realizado com um compressor com 600 pés cúbicos de capacidade, pressão 125 PSI, atuando durante 56:00 horas.

A tubulação de descarga foi feita no próprio revestimento de boca de 19" sendo o injetor (2 7/8") colocado a 81,00 m.

Nesta fase foi observado um nível estático de + 4,20 m e vazão de 180 m^3/h, não sendo medido o nível dinâmico em virtude da inexistência de tubo medidor, o que não veio a preocupar, vez que o teste definitivo de produção, iria se realizar com bomba Esco de eixo prolongado.

3.5. - Teste de Produção

Este teste dividiu-se em 02 etapas:

1) Com bomba Esco de eixo prolongado de 12", conjunto de bombeadores a 36 metros.
2) Com bomba Esco de eixo prolongado de 10", conjunto de bombeadores a 90 metros.

Obteve-se, após o bombeamento:

N.E. = 2,41m

N.D. = 83,50m

Q = 370 m^3/h.

Q_{ESP} = 4,56 $m^3/h/m$.

As tabelas referentes ao teste estão nos anexos.

4. - Hidrogeologia

4.1. - Aspectos Gerais

Segundo algumas teorias, existe na área, um falso nível estático, provocado pelo "air lift" natural posicionado a 4,2 metros acima da boca do poço, com vazão surgente de cerca de 20 m^3/h e temperatura de 36°C.

No bombeamento, o nível dinâmico atingiu a profundidade do crivo da bomba sem conseguir estabilizar-se, sendo registrada a temperatura da água de boca do poço, nesta fase, em 49°C.

A análise da água obtida, encontra-se nos anexos.

5. - Dados do Poço

Sigla: 04-LD-02-PR

Início da Perfuração: 03/02/79

Término da Perfuração : 13/05/79
Início da Completação : 14/05/79
Término da Completação: 21/05/79
Início do Desenvolvimento: 22/05/79
Término do Desenvolvimento: 30/05/79

Profundidade de Perfuração: 969,00 metros
Cimentação: Tubo de boca 19" = 34,00m - 48 horas de pega,

6. - Perfilagem

Os serviços de perfilagem do poço 04-LD-02-PR foram executados pela CPRM, sendo corridos os perfis convencionais, Raios Gama, Potencial Espontâneo, Resistividade e Caliper.

Estes Trabalhos realizaram-se em 03 etapas, com as seguintes finalidades:

1. Avaliação de dados para descida e cimentação do revestimento de boca.
2. Determinação do perfil geológico, conjuntamente com amostras de calha, para posicionamento correto do "liner".
3. Confirmação do alargamento com Under-Reamer de 14" para cálculo do volume de pré-filtro a se utilizar.

7. - Anexos

1. - Localização do Poço
2. - Programa do Poço
3. - Programa Executado/Coluna Geológica
4. - Consumo de Brocas/Considerações sobre Parâmetro Hidráulicos.
5. - Perfil Composto
6. - Teste de Produção
7. - Documentação Fotográfica

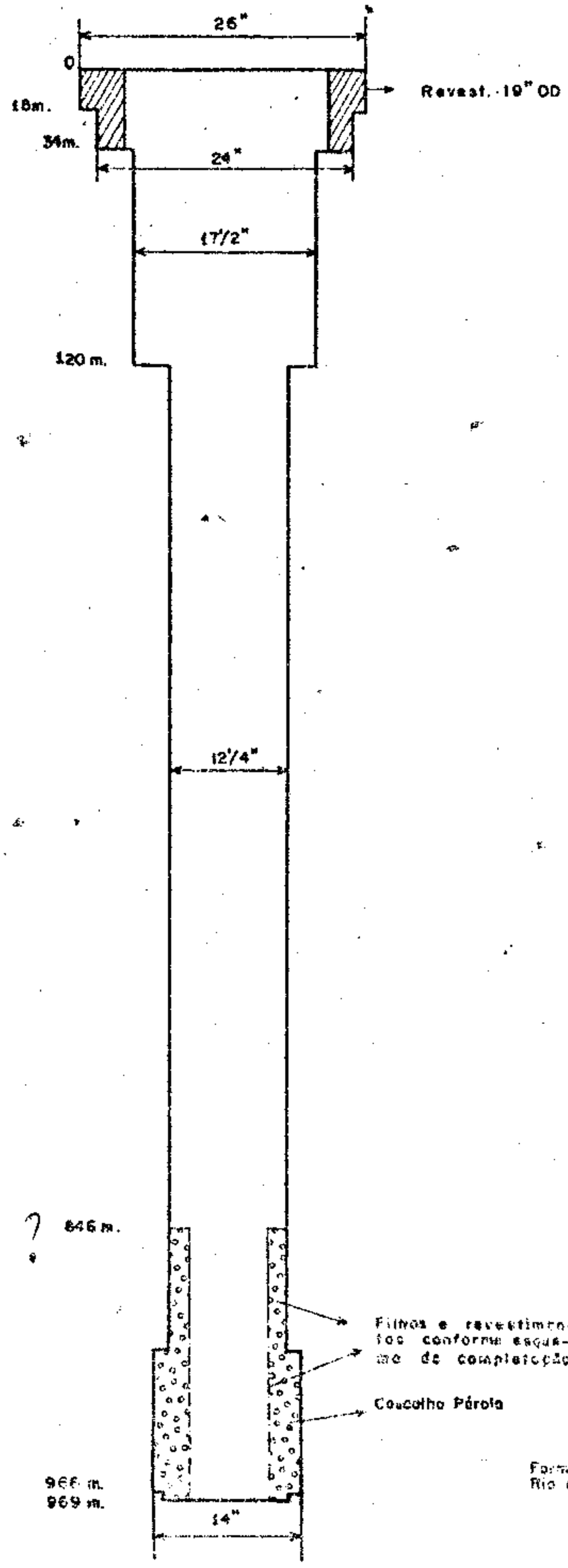
ANEXO - 7.1

LOCALIZAÇÃO DO POÇO

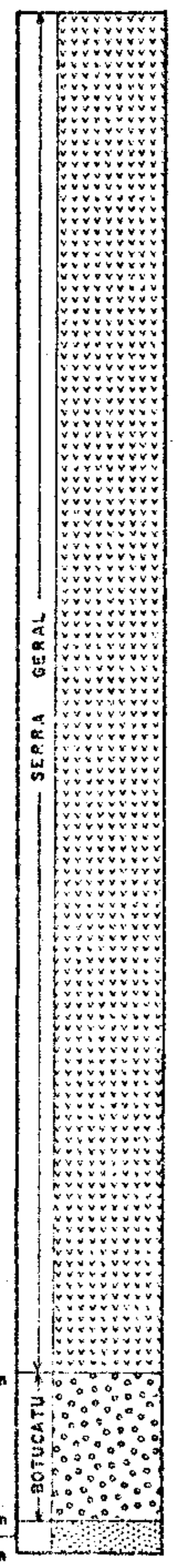
PROJETO LONDRINA II

04 - LD - 02 - PR

PROGRAMA EXECUTADO



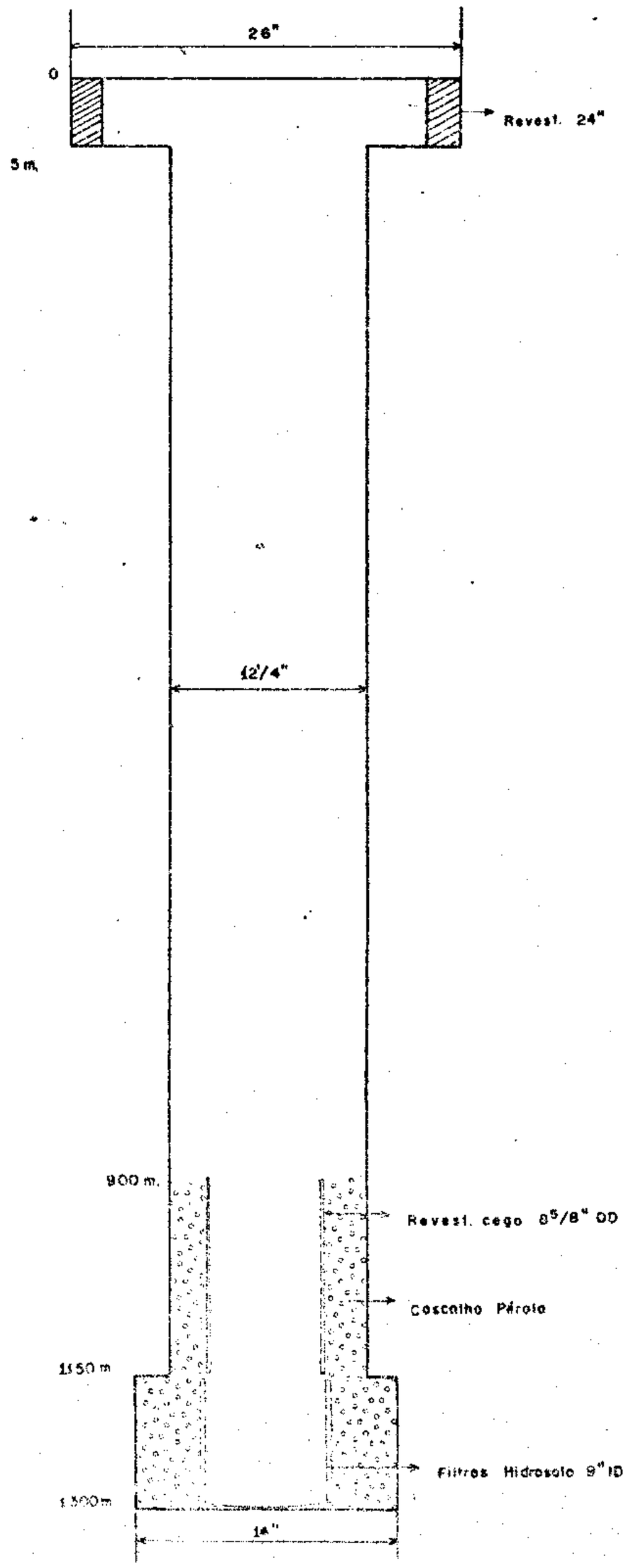
COLUNA GEOLÓGICA



ANEXO - 7.2

PROGRAMA DO POÇO

PROGRAMA DO POÇO



ANEXO - 7.3

PROGRAMA EXECUTADO/COLUNA GEOLÓGICA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO POÇO ___ 04-LD-02-PR

ANEXO - 7.4

CONSUMO DE BROCAS/

CONSIDERAÇÕES SOBRE PARÂMETROS HIDRÁULICOS

POÇO: 04-LD-02-PR

CONSUMO DE BROCAS

BROCA Nº	TIPO	DIAM. (POL)	PROF. ENTR.	PROF. SAÍDA	METROS PERF.	TEMPO (H)	PSB (lb)	ROT RPM	COND.SAÍDA D	R	C
135	OSC	26"	0,00	18,00	18,00	15:35	3000	50	0	0	0
-	ALARGADOR	24"	18,00	34,00	16,00	67:00	10000	45	-	-	-
1676	OSC-1GJ	17 1/2"	34,00	37,60	3,60	77:50	10000	40	5	1	-
2701	OSC-1GJ	17 1/2"	37,60	42,70	5,10	71:25	13000	40	5	4	-
22932	OWV-J	17 1/2"	42,70	71,00	27,30	64:20	18000	40	6	4	1/8
124516	J-13-J	17 1/2"	71,00	120,00	49,00	83:10	18000	40	3	3	1/16
703	W7R-2J	12 1/4"	18,00	74,00	56,00	180:00	15000	45	4	4	1/16
688	W7R-2J	12 1/4"	74,00	172,39	98,39	107:20	20000	45	4	4	1/16
699	W7R-2J	12 1/4"	172,39	225,70	53,31	90:35	25000	45	8	8	0
697	W7R-2J	12 1/4"	225,70	295,50	59,80	98:15	30000	45	8	8	0
689	W7R-2J	12 1/4"	295,50	331,00	35,50	58:40	30000	45-60	7	8	0
630	FP-53	12 1/4"	331,00	528,00	197,00	217:05	30000	40	2	6	0
626	FP-53	12 1/4"	528,00	861,00	333,00	259:45	35000	45	1	5	0
16103	SWCJ	12 1/4"	861,00	887,00	26,00	23:40	25000	50	4	3	0
10044	SDSJ	12 1/4"	887,00	969,00	82,00	34:15	25000	50	1	4	1/32
UNDER-REAMER		12 1/4" - 14"	846,00	966,00	120,00	50:00	1000	60	Trocados cones 1 vez c/ 102m alargados		

Considerações sobre Parâmetros Hidráulicos

1. No início da perfuração, visando-se obter maior vazão, utilizou-se na bomba de lama camisas de 7 1/4" trocando-se em seguida para 6 3/4".

2. Para o alargamento com Under-Reamer, utilizaram-se camisas de 6 1/2" obtendo-se a pressão de 750 PSI, alargando-se com êxito.

3. A lama de perfuração manteve-se nos seguintes valores:

Peso	=	8,8 a 9,4 lb/gal
Viscosidade Marsh	=	38 a 44 seg.
Teor de Areia	=	0,5 a 1%
Filtrado	=	13 a 26 ml
pH	=	8 a 9
Reboco	=	1 a 2 mm.

ANEXO - 7.5

PERFIL COMPOSTO

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DO ESTADO DO PARANÁ – SHEET NOTRUTU

NDA - SA01

Concluído: 1.2.1.0.0.0 | Número Revisão: 1.0.0.0.1.0 | Elaborado em Data: 1.0.0.0.0.0 | Conferido em Data: 1.0.0.0.0.0

AVALIAÇÃO DA OBRA - SÍNTESE OPERACIONAL

CURVA DE PONTUAÇÃO (PMC) TEMPO DE RETORNO	ATUAL Pluviometria	Tipo	DESVIOS Q	P	H	FLUXO Pluviometria (Q/Q0)	Piezometria (Dh/Dh0)	PARÂMETROS Q0	P0	H0	Contagem no Fluxo	PONTO CONSTRUTIVO	Nível Estático	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	HISTÓRICO	PROBLEMAS	OBSERVAÇÕES
														CAPACITAÇÃO			
						0	0	0.000	0					1-Manilha e cascalho recomendados;Utilização de pilotagem;Recomendado Perfuração de 6 (seis) metros;Recomendado que somente a vazão observada seja considerada para o dimensionamento do sistema;Recomendado que a vazão observada seja considerada para o dimensionamento do material cilíndrico;Recomendado que a vazão observada seja considerada para o dimensionamento do material cilíndrico;Recomendado que a vazão observada seja considerada para o dimensionamento do material cilíndrico		Qualidade da água de Recomendação;Qualidade da água de Recomendação;Qualidade da água de Recomendação;

ANEXO - 7.6

TESTE DE PRODUÇÃO

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
12:16	1	30,42	26,50	-	-	1	31,57	27,65
	3	40,68	36,76	-	-	3	23,34	19,32
	5	45,43	41,51	-	-	5	20,48	16,56
	10	70,40	66,48	381,66	5,740	10	17,76	13,84
	15	71,07	67,95	381,66	5,617	15	16,19	12,27
	20	72,64	68,64	379,08	5,523	20	-	-
	25	72,77	68,85	376,51	5,469	25	15,10	11,26
	30	73,18	69,26	373,94	5,399	30	-	-
	40	-	-	-	-	40	14,08	10,16
	50	-	-	-	-	50	13,58	9,66
13:15	60	74,30	70,38	371,37	5,277	60	13,14	9,22
	80	-	-	-	-	80	12,63	8,71
	100	-	-	-	-	100	-	-
14;15	120	75,21	71,29	368,80	5,173	120	11,90	7,98
	150	75,50	71,58	366,22	5,116	150	11,50	7,58
	200	75,83	71,91	363,65	5,055	200	-	-
	250	76,18	72,26	361,08	4,997	250	-	-
17:15	300	76,30	72,38	359,79	4,971			
	400	76,73	72,81	358,51	4,924			
	500	77,22	73,30	357,22	4,873			
22:15	600	77,83	73,91	354,65	4,798			
23:55	700	78,05	74,13	353,36	4,767			
	825	78,70	74,78	352,08	4,708			
04:00	945	78,80	74,88	352,08	4,702			
06:15	1080	78,82	74,90	352,08	4,701			
08:40	1225	76,00	72,08	337,93	4,688			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
11:16	1	41,43	37,51	-	-	1	-	-
	3	63,46	59,54	-	-	3		
	5	71,30	67,38	368,80	5,473	5		
	10	77,05	73,13	372,65	5,096	10		
	15	78,18	74,26	371,37	5,001	15		
	20	78,72	74,80	371,37	4,965	20		
	25	79,15	75,23	368,80	4,902	25		
	30	79,47	75,55	367,51	4,864	30		
	40	80,08	76,13	366,22	4,810	40		
	50	80,38	76,46	364,94	4,773	50		
12:15	60	80,55	76,63	363,65	4,746	60		
	80	80,74	76,82	363,65	4,734	80		
	100	80,97	77,05	363,65	4,720	100		
13:15	120	81,15	77,23	361,08	4,675	120		
	150	-	-	-	-	150		
	200	81,31	77,39	358,51	4,623	200		
	250	81,62	77,70	358,51	4,614	250		
16:15	300	81,88	77,96	358,51	4,599			
	400	82,28	78,36	357,22	4,559			
	500	82,94	79,02	358,51	4,537			
21:15	600	83,13	79,21	355,94	4,494			
	720	83,63	79,71	354,66	4,449			
01:15	840	83,64	79,72	354,66	4,449			
03:45	990	84,97	81,05	357,22	4,407			
06:15	1140	85,10	81,18	359,79	4,432			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
09:15	1320	85,93	82,01	361,08	4,403	1	39,22	35,30
11:45	1470	85,94	82,02	353,36	4,308	3	28,61	24,69
12:15	1500	86,12	82,20	353,36	4,299	5	25,13	21,21
-	-					10	22,66	18,74
						15	21,40	17,48
						20	20,69	16,77
						25	20,12	16,20
							-	

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
12:46	1	55,60	51,68	-	-	1	39,29	35,37
	3	80,34	76,42	-	-	3	30,53	26,61
	5	81,90	77,98	-	-	5	27,33	23,41
	10	83,65	79,73	361,08	4,529	10	24,79	20,87
	15	84,34	80,42	361,08	4,490	15	23,71	19,79
	20	84,71	80,79	359,79	4,453	20	23,00	19,08
	25	84,97	81,05	359,79	4,439	25	22,57	18,65
	30	85,06	81,14	359,79	4,434	30	-	-
	40	85,29	81,37	359,79	4,422	40		
	50	85,47	81,55	358,51	4,396	50		
13:45	60	85,62	81,70	357,22	4,372	60		
	80	85,64	81,72	357,22	4,371	80		
	100	85,68	81,76	355,94	4,353	100		
14:45	120	85,64	81,72	353,36	4,324	120		
	150	85,55	81,63	352,08	4,313	150		
	200	85,45	81,53	352,08	4,318	200		
	250	85,57	81,65	350,79	4,296	250		
17:45	300	85,67	81,75	350,79	4,291			
	400	86,46	82,54	350,79	4,250			
	500	81,50	77,58	335,36	4,323			
23:35	650	82,55	77,58	335,36	4,232			
	800	82,10	78,18	332,79	4,257			
	950	82,54	78,62	331,50	4,216			
	1100	82,57	78,65	331,50	4,215			
09:50	1265	83,30	79,38	331,50	4,176			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
10:16	1	53,76	49,84	-	-	1	--	--
	3	77,87	73,95	350,79	4,744	3		
	5	78,95	75,03	340,50	4,538	5		
	10	80,19	76,27	335,36	4,397	10		
	15	80,59	76,67	335,36	4,374	15		
	20	80,85	76,93	334,07	4,343	20		
	25	80,98	77,06	332,79	4,319	25		
	30	81,09	77,17	332,79	4,312	30		
	40	81,38	77,46	332,79	4,296	40		
	50	81,43	77,51	331,50	4,277	50		
11:15	60	81,50	77,58	331,50	4,273	60		
	80	81,67	77,75	327,64	4,214	80		
	100	81,65	77,73	327,64	4,215	100		
12:15	120	81,68	77,76	328,93	4,230	120		
	150	81,63	77,71	328,93	4,233	150		
	200	81,63	77,71	328,93	4,233	200		
	250	81,63	77,71	328,93	4,233	250		
15:15	300	81,66	77,74	327,64	4,214			
	400	81,60	77,68	326,36	4,201			
18:35	500	81,84	77,92	326,36	4,188			
	600	82,26	78,34	326,36	4,166			
	700	82,50	78,58	325,07	4,137			
	800	82,47	78,55	325,07	4,138			
02:05	950	82,81	78,89	325,07	4,121			
	1100	83,00	79,08	325,07	4,111			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
07:05	1250	82,85	78,93	325,07	4,118	1	41,15	37,23
	1400	83,13	79,21	323,79	4,088	3	33,05	29,13
	1550	82,98	79,06	316,26	4,000	5	30,52	26,60
	1700	82,80	78,88	316,26	4,009	10	27,95	24,03
16:15	1800	82,85	78,93	316,26	4,007	15	26,91	22,99
--	--	--	--	--	--	20	26,26	22,34
						25	25,79	21,87
						30	25,40	21,48
						40	24,83	20,91
						50	24,41	20,49
						60	24,11	20,19
						80	23,62	19,70
						100	23,28	19,36
						120	--	--

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
18:01	1	57,91	53,99	404,80	7,498	1	---	---
	3	78,43	74,43	350,79	4,713			
	5	79,68	75,76	337,93	4,461			
	10	80,74	76,82	336,65	4,382			
	15	81,43	77,51	331,50	4,277			
	20	81,78	77,86	331,50	4,258			
	25	82,05	78,13	330,22	4,227			
	30	82,31	78,39	330,22	4,213			
	40	82,76	78,84	328,93	4,172			
	50	82,91	78,99	327,64	4,148			
19:00	60	83,06	79,14	327,64	4,140			
	80	83,26	79,34	325,07	4,097			
	100	83,50	79,58	325,07	4,085			
20:00	120	83,71	79,79	325,07	4,074			
	150	84,00	80,08	325,07	4,059			
	200	84,07	80,15	325,07	4,052			
	250	84,15	80,23	323,79	4,036			
23:00	300	84,17	80,25	319,64	3,983			
	400	84,24	80,32	319,64	3,980			
	500	84,30	80,38	317,95	3,956			
04:50	650	84,43	80,51	316,26	3,928			
	800	84,56	80,64	314,57	3,901			
	950	84,74	80,82	314,57	3,892			
	1100	84,41	80,49	314,57	3,908			
14:50	1250	84,27	80,35	311,19	3,873			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
16:10	1330	84,26	80,34	309,50	3,852	1	42,63	38,71
17:20	1400	84,07	80,15	309,50	3,862	3	36,93	33,01
19:50	1550	84,81	80,81	311,19	3,847	5	34,50	30,58
	1700	84,87	80,95	309,50	3,823	10	32,29	28,37
	1850	84,91	80,99	306,12	3,780	15	31,36	27,44
03:20	2000	85,10	81,18	307,81	3,792	20	30,65	26,73
	2150	85,68	81,76	309,50	3,785	25	--	--
	2300	85,00	81,08	302,74	3,734			
	2450	86,18	82,26	309,50	3,762			
	2600	85,90	81,98	307,81	3,755			
14:00	2640	85,81	81,89	307,81	3,759			
--	--	--	--	--	--			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
14:21	1	72,66	68,74	355,94	5,178	1	--	--
	3	82,42	78,50	319,64	4,072			
	5	83,36	79,44	316,26	3,981			
	10	84,25	80,33	314,57	3,916			
	15	84,62	80,70	311,19	3,856			
	20	84,90	80,98	307,81	3,801			
	25	85,09	81,17	307,81	3,792			
	30	85,19	81,27	307,81	3,787			
	40	85,40	81,48	306,12	3,757			
	50	85,47	81,55	306,12	3,754			
15:20	60	85,56	81,64	306,12	3,750			
	80	85,62	81,70	306,12	3,747			
	100	85,62	81,70	306,12	3,747			
16:20	120	85,61	81,69	304,43	3,727			
	150	85,81	81,89	304,43	3,718			
	200	85,95	82,03	304,43	3,711			
	250	86,00	82,08	304,43	3,709			
19:20	300	86,09	82,17	304,43	3,705			
	400	86,20	82,28	304,43	3,700			
	500	86,35	82,43	304,43	3,693			
00:20	600	86,50	82,58	304,43	3,686			
	750	85,97	82,05	301,05	3,669			
05:20	900	86,20	82,28	301,05	3,664			
	1050	87,00	83,08	299,35	3,603			
10:20	1200	83,95	80,03	289,21	3,614			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
12:50	1350	83,89	79,97	289,21	3,616	1	44,18	40,26
	1500	83,60	79,68	287,52	3,608	3	39,05	35,13
	1650	82,75	78,83	285,83	3,626	5	37,03	33,11
	1800	82,70	78,78	284,14	3,607	10	35,10	31,18
	1950	82,68	78,76	284,14	3,608	15	34,20	30,28
	2100	83,65	79,73	282,45	3,543	20	33,70	29,78
	2250	82,96	79,04	280,76	3,552	25	33,33	29,41
	2400	82,78	78,86	280,76	3,560	30	---	---
	2550	81,50	77,58	278,38	3,588			
	2700	81,22	77,30	276,16	3,573			
12:00	2740	81,00	77,08	276,16	3,583			
---	---	---	---	---	---			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
12:26	1	68,74	64,82	306,12	4,723	1	43,46	39,54
	3	76,26	72,34	282,45	3,904	3	39,22	35,30
	5	77,14	73,22	278,38	3,802	5	37,38	33,46
	10	77,52	73,60	273,95	3,722	10	35,60	31,68
	15	77,78	73,86	269,52	3,649	17	34,60	30,68
	20	77,86	73,94	265,10	3,585	20	34,34	30,42
	25	78,08	74,16	265,16	3,575	25	34,06	30,14
	30	78,16	74,24	265,10	3,571	30	33,69	29,77
	40	78,24	74,32	265,10	3,567	40	33,29	29,37
	50	78,38	74,46	265,10	3,560	52	32,95	29,03
13:25	60	78,38	74,46	262,88	3,530	61	32,75	28,83
	80	78,20	74,28	260,67	3,509	90	32,42	28,50
	100	78,32	74,40	260,67	3,504	100	32,36	28,44
14:25	120	78,32	74,40	260,67	3,504	120	32,29	28,37
	150	78,06	74,14	258,46	3,486	150	32,25	28,33
	200	78,08	74,16	258,46	3,485	200	---	----
-	250	78,00	74,08	258,46	3,489			
17:25	300	78,10	74,18	258,46	3,484			
	400	78,15	74,23	258,46	3,482			
	500	78,46	74,54	260,67	3,497			
22:25	600	78,56	74,64	260,67	3,492			
	700	78,50	74,58	258,46	3,466			
	850	79,10	75,18	260,67	3,467			
	1000	78,31	74,39	258,46	3,474			
08:15	1190	78,06	74,14	256,24	3,456			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
12:16	1	68,95	65,03	319,64	4,915	1	---	---
	3	76,60	72,68	295,97	4,072			
	5	78,92	75,00	292,59	3,901			
	10	77,06	73,14	279,07	3,816			
	15	77,33	73,41	278,38	3,792			
	20	77,64	73,72	278,38	3,776			
	25	77,76	73,84	278,38	3,770			
	30	77,92	74,00	278,38	3,762			
	40	78,30	74,38	278,38	3,743			
	50	78,42	74,50	278,38	3,737			
13:15	60	78,71	74,79	278,38	3,722			
	80	78,78	74,86	276,16	3,689			
	100	78,68	74,76	276,16	3,694			
14:15	120	78,84	74,92	273,95	3,657			
	150	78,82	74,90	273,95	3,658			
	200	79,02	75,10	269,52	3,589			
	250	79,09	75,17	269,52	3,585			
17:15	300	79,25	75,33	269,52	3,578			
	400	79,85	75,93	269,52	3,550			
	500	80,25	76,33	269,52	3,531			
22:15	600	80,25	76,33	269,52	3,531			
	700	80,20	76,28	269,52	3,533			
	850	80,35	76,43	267,31	3,497			
	1000	80,86	76,96	269,52	3,502			
07:25	1150	80,80	76,88	267,31	3,477			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
09:55	1300	80,78	76,86	265,10	3,449	1	45,08	41,16
	1450	80,06	76,14	260,67	3,424	3	40,57	36,65
	1600	80,08	76,18	260,67	3,422	5	36,71	34,79
16:15	1680	80,08	76,18	265,10	3,480	10	36,89	32,97
--	--	--	--	--	--	15	36,06	32,14
						20.	35,57	31,65
						25	35,20	31,28
						30	34,91	30,99
						35	34,60	30,68
						--	--	--

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
16:51	1	68,72	64,80	287,52	4,437	--	--	--
	3	77,09	73,17	284,14	3,883			
	5	78,61	74,69	279,07	3,736			
	10	79,46	75,54	278,38	3,685			
	15	79,87	75,95	276,16	3,683			
	20	80,25	76,33	273,95	3,589			
	25	80,39	76,47	273,95	3,502			
	30	80,60	76,68	273,95	3,573			
	40	80,81	76,89	273,95	3,563			
	50	81,00	77,08	271,74	3,525			
17:50	60	81,08	77,16	271,74	3,522			
	80	81,20	77,26	271,74	3,517			
	100	81,42	77,50	269,52	3,478			
18:50	120	81,62	77,70	269,52	3,469			
19:20	150	81,77	77,85	269,52	3,462			
---	---	---	---	---	---			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
08:16	1	61,30	57,38	265,10	4,620	--	--	--
	3	72,39	68,47	269,52	3,936			
	5	74,70	70,78	262,88	3,714			
	10	77,05	73,13	269,52	3,685			
	15	77,86	73,94	262,88	3,555			
	20	78,30	74,38	273,95	3,683			
	25	78,60	74,68	276,16	3,698			
	30	78,90	74,98	278,38	3,713			
	40	79,26	75,34	279,07	3,704			
	50	79,52	75,60	280,76	3,714			
09:15	60	79,78	75,86	280,76	3,701			
	80	79,97	76,05	280,76	3,692			
	100	80,12	76,20	279,07	3,662			
10:15	120	80,18	76,26	278,38	3,650			
	150	80,25	76,33	278,38	3,647			
	200	80,15	76,23	278,38	3,652			
	250	80,20	76,28	273,95	3,591			
13:15	300	80,26	76,34	273,95	3,589			
	400	80,40	76,48	273,95	3,582			
	500	80,64	76,72	273,95	3,571			
18:15	600	81,00	77,08	271,74	3,525			
	700	81,38	77,46	271,74	3,508			
	850	81,55	77,63	271,74	3,500			
	1000	81,68	77,76	269,52	3,466			
03:25	1150	81,72	77,80	269,52	3,464			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
05:55	1300	81,95	78,03	269,52	3,454	1	45,70	41,78
	1450	81,88	77,96	267,31	3,429	3	41,00	37,08
10:15	1560	81,15	77,23	265,10	3,433	5	39,09	35,17
--	--	--	--	--	--	10	37,31	33,39
						15	36,49	32,57
						20	36,00	32,08
						--	--	--

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
10:36	1	68,54	64,62	285,83	4,423	--	--	--
	3	76,59	72,67	273,95	3,770			
	5	77,46	73,54	269,52	3,665			
	10	78,40	74,48	267,31	3,589			
	15	78,80	74,88	265,10	3,540			
	20	79,05	75,13	265,10	3,529			
	25	79,39	75,47	262,88	3,483			
	30	79,48	75,56	262,88	3,479			
	40	79,85	75,93	262,88	3,462			
	50	79,82	75,90	262,88	3,464			
11:35	60	79,86	75,94	262,88	3,462			
	80	79,84	75,92	262,88	3,462			
	100	79,80	75,88	262,88	3,464			
12:35	120	80,07	76,15	262,88	3,452			
	150	80,32	76,40	262,88	3,441			
	200	80,38	76,46	262,88	3,425			
	250	80,22	76,30	260,77	3,418			
15:35	300	80,68	76,76	262,88	3,425			
	400	80,77	76,85	262,88	3,421			
	500	81,06	77,14	262,88	3,408			
20:35	600	81,34	77,42	262,88	3,396			
	700	81,45	77,53	262,88	3,391			
	850	81,35	77,43	262,88	3,395			
	1000	81,58	77,66	262,88	3,385			
05:45	1150	81,62	77,70	262,88	3,383			

HORA	t (min)	N.D. (m)	s (m)	Q (m^3/h)	Q/s ($m^3/h/m$)	RECUPERAÇÃO		
						(min)	N.D. (m)	S' (m)
08:15	1300	82,26	78,34	265,10	3,384	1	46,00	42,08
	1450	80,25	76,33	256,24	3,357	3	42,36	38,44
	1600	81,00	77,08	256,24	3,324	5	40,68	36,76
	1750	81,21	77,29	256,24	3,315	10	39,05	35,13
	1900	81,26	77,34	256,24	3,313	15	38,34	34,42
20:35	2040	81,47	77,55	256,24	3,304	20	37,89	33,97
---	----	----	----	---	---	25	37,50	33,58
						30	37,22	33,30
						40	36,84	32,92
						50	36,57	32,65
						60	36,40	32,48
						80	36,16	32,24
						100	36,06	32,14
						120	36,00	32,08
						150	36,02	32,10
						200	36,11	32,19
						250	36,15	32,23
						720	35,39	31,47
						815	35,15	31,23
						---	----	----

ANEXO - 7.7

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

Aspecto do Canteiro de Obras do Poço 04-LD-02-PR, em Londrina, Paraná.

"Under-reamer" Servco utilizado pela CPRM no alargamento para 14" dos poços perfurados com 12 1/4".

Filtro hidrossolo Jonhson, super-reforçado, Ø 8" I.D., pressão de colapso 830 psi.

Filtros índices, encamisando tubos de 8 5/8" O.D., seção trapezoidal, 9" I.D.

Aspecto da montagem da coluna de completação "Liner" no chão.
Da direita para a esquerda observam-se 9 seções de 6 metros de filtros, 4 seções de comprimentos variáveis de tubos de 8 5/8" O.D., 2 seções de filtros índices (tell-tale) e duas seções de tubos cegos para coletar a eventual sobra de cascalho existente em suspensão quando do término do bombeamento.

Detalhe da descida da coluna de completação.

Conjunto Rosca esquerda confeccionado em Londrina.

Detalhe da operação de peneiramento do pré-filtro selecionado adquirido na granulometria 1,41 a 2,87mm. Ao fundo vê-se a unidade de injeção de pré-filtro da DOWELL-SCHLUMBERGER.

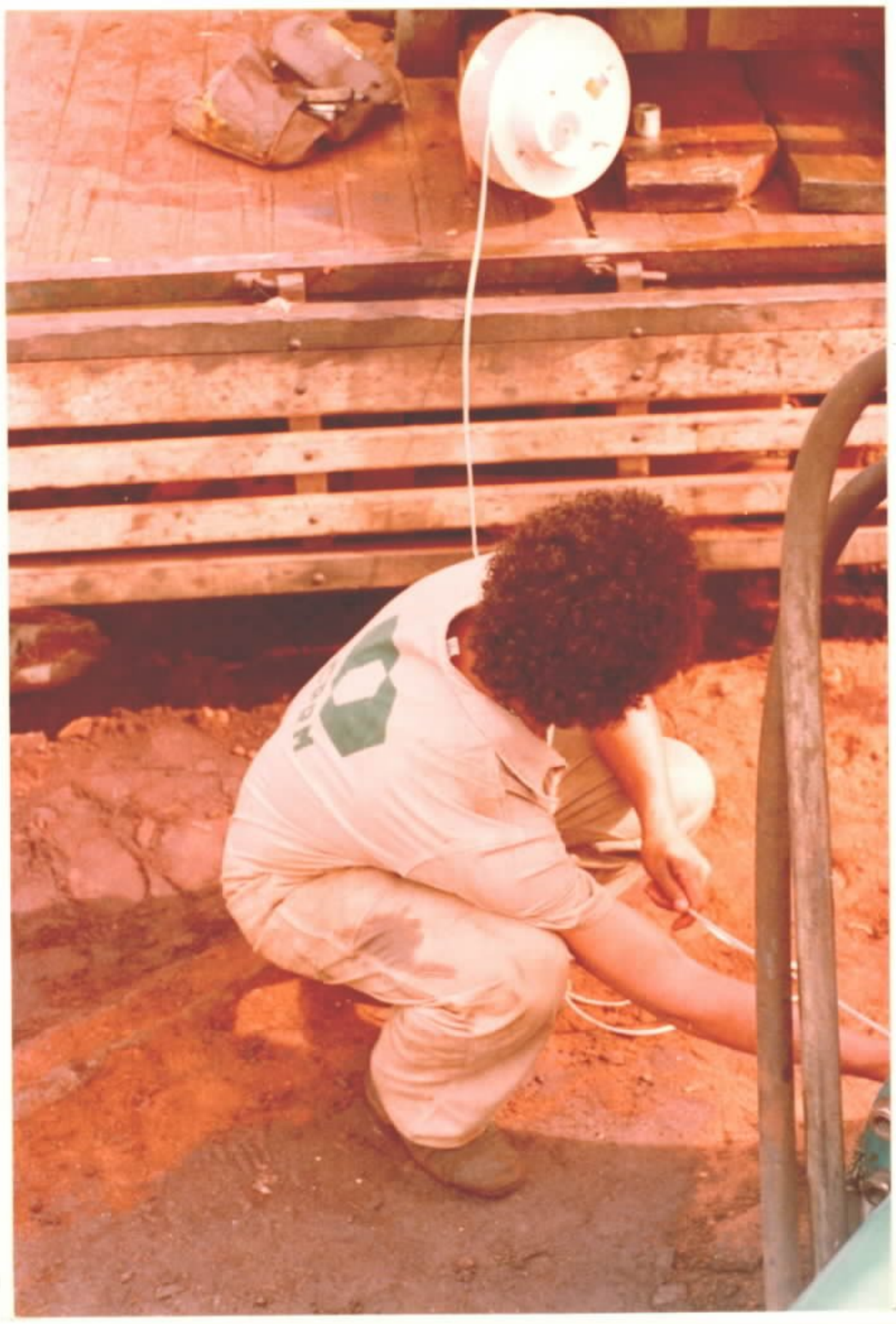
Silo de armazenamento de pré-filtro.

Unidade de carregamento do silo.

Unidade de bombeio do pré-filtro vendo-se ao fundo o silo, ao lado o carregador e atrás do caminhão estava montada a unidade de mistura de fluido de completação e pré-filtro (Blender).

Durante o bombeamento foi instalado um medidor de teor de areia.
Notar a cor escura do sedimento depositado no fundo da pipeta.
Trata-se de restos de basalto.

Face a escolha adequada e um perfeito dimensionamento do pré-filtro em Londrina não saiu areia no bombeamento. Já em São José do Rio Preto II, na foto ao lado houve um razoável tempo de bombeamento necessário para eliminar os sedimentos mais finos da formação Botucatú como é visto depositado no fundo da pipeta.



Medidor de nível d'água durante o teste de bombeamento.

Bombeamento com bomba turbina de eixo prolongado.

Na fase final de bombeamento o IAG da USP executou um perfil de temperatura no poço.
A nuvem branca da foto é devido a temperatura da água que chegou a 49 ^{o}C.