

TESTAR POÇOS COM NÍVEL DINÂMICO PROFUNDO - UM DESAFIO

POR

A.A.G.P.Silva, H.Setz, A.F.D.Santos, M.A.S.Carvalho, M.N.S.Filho

RESUMO-- O presente trabalho relata a experiência da C.P.R.M., no desenvolvimento e teste de bombeamento de um poço tubular profundo executado em Brodowski - SP cujo nível estático previsto era de 250 m, dinâmico de 265 m e vazão de 120 m³/h.

INTRODUÇÃO

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Superintendência Regional de São Paulo, através do Contrato 080/PR/84 (DAEE 154/85), foi incumbida da construção de um poço tubular profundo no município de Brodowski - SP, para a Prefeitura Municipal daquela localidade.

O projeto original previa a construção de um poço de 450,00 metros de profundidade, perfurado em diâmetro de 17 1/2", com 25 metros de solo, 235 metros de basalto e 190 metros de arenito das formações Botucatu e Pirambóia. O nível estático previsto para a cota do poço (800 m) era de 250 metros e a vazão projetada de 120 m³/h.

LOCALIZAÇÃO

O poço localiza-se à margem direita do Córrego das Contendas, justamente no local onde existe captação d'água do mesmo, para o abastecimento da cidade.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

Localmente afloram as rochas basálticas da Formação Serra Geral, consistindo uma série de derrames de espessuras variáveis com postos por basaltos toleíticos, afaníticos, de coloração cinza esverdeada a preta, que mostraram (na cota de 800 m), a espessura de 251,00 metros.

Subjacentes, ocorrem os arenitos das formações Botucatu/Pirambóia, de granulometria fina a média, bem selecionados e arredondados, com espessuras de cerca de 200 metros.

EQUIPE E EQUIPAMENTOS

A equipe constou, em sistema de rodízio, de um geólogo, um encarregado, três sondadores, três torristas, 9 plataformistas, 3 motoristas, 1 mecânico e 1 auxiliar de escritório.

Foi utilizada uma sonda rumena T-50, Bomba de Lama Gardner-Denver FQ-FXQ, desareoiador DEMCO-CBV, 4 Cones, peneira vibratória D'Andrea, DC's de 8" e 6 3/4" e DP's de 4 1/2".

DADOS CONSTRUTIVOS DO POÇO

A perfuração iniciou-se com diâmetro de 26", prosseguindo até 25,08 metros quando foi encontrada a rocha sã. Esta porção superior, constituída por solo e basalto alterado, foi revestida com tubos de 20" e cimentada.

De 25,08 até 28,60 metros, utilizou-se martelo com "bit" de 10", com compressor Le Roy-460 cfm e 250 psi. Por problemas de limpeza no furo o sistema "down the hole" foi empregado somente até esta profundidade. A partir daí utilizou-se broca de 12 1/4" até 171,31 metros, trecho que foi alargado para 17 1/2". A perfuração prosseguiu neste diâmetro até o final do basalto, que se estendeu até 251,00 metros. O arenito subjacente foi perfurado em 12 1/4" até 450,00 metros e, posteriormente à perfilagem, foi alargado para o diâmetro de projeto - 17 1/2".

Na perfuração do basalto usou-se mistura de água e bentonita com as seguintes características:

- a - Viscosidade Marsh = 45/55 segundos
- b - Peso específico = 8,4 a 9,1 lbs/gl
- c - pH = 8 a 10

No arenito foi utilizada mistura de água e polysafe com as seguintes características:

- a - Polysafe = 5 kg/m³
- b - Soda cáustica = 0,8 kg/m³
- c - Bicarbonato de Sódio = 0,7 kg/m³
- d - Viscosidade Marsh = 45/50 segundos
- e - Peso específico = 8,4 lbs/gl
- f - pH = 11

O poço foi totalmente revestido ficando a coluna com a seguinte constituição:

- 0,00 a 296,50 - Tubos 13 8"
- 296,50 a 314,00 - Tubos 12 3/4" OD
- 314,00 a 314,50 - Redução 12 3/4" para 8 5/8"
- 314,50 a 332,82 - Filtro 8 5/8" OD - espiralado
- 332,82 a 338,92 - Tubo 8 5/8" OD - rosca e luva
- 338,92 a 344,96 - Filtro 8 5/8"
- 344,96 a 360,07 - Tubo 8 5/8"
- 360,07 a 365,98 - Filtro 8 5/8"
- 365,98 a 375,07 - Tubo 8 5/8"
- 375,07 a 386,92 - Filtro 8 5/8"
- 386,92 a 395,87 - Tubo 8 5/8"
- 395,87 a 401,78 - Filtro 8 5/8"
- 401,78 a 425,32 - Tubo 8 5/8"
- 425,32 a 431,23 - Filtro 8 5/8"
- 431,23 a 436,77 - Tubo 8 5/8"
- 436,77 a 442,67 - Filtro 8 5/8"
- 442,67 a 448,28 - Tubo 8 5/8"

Foi executado encascalhamento em todo o espaço anular, até a boca do poço, utilizando-se pré-filtro tipo peróla, granulometria 1 a 2 mm. O método de injeção foi por circulação reversa (16,7 ton) e por gravidade (54,6 ton), totalizando 71,3 ton de pré-filtro.

DIMENSIONAMENTO E INSTALAÇÃO DO "BOOSTER" DESCONTÍNUO

Ao ser projetado para situar-se em 250,00 metros, surgia como verdadeiro desafio a extração da água nesta profundidade.

Para uma vazão de 125 m³/h, NE a 250,00 m, ND a 265,00 AMT de 283 mca, um motor bomba submerso destinado ao bombeamento em uma só etapa teria as seguintes características: Bomba de 8 estágios, motor de 225 CV, com o conjunto possuindo 318 mm de diâmetro externo máximo, considerando o cabo elétrico de saída. Como o diâmetro interno da tubulação referente à câmara de bombeamento era de 12 1/4" (317 mm), tornou-se impossível o teste de bombeamento convencional.

O custo para o teste com bomba de eixo prolongado a essa profundidade era inviável, de modo que passou a ser considerada a possibilidade da adoção de "booster" interno no poço, com dois conjuntos de motor-bombas. Tal "booster" seria descontínuo, com a bomba instalada em nível superior operando dentro do edutor da bomba inferior, criando-se artificialmente níveis estático e dinâmico.

Para tanto foram escolhidas duas bombas submersas que formaram o seguinte conjunto:

Motor bomba nº 1, tipo submerso, marca HAUPT, modelo P-104-4 + V11-85 com as seguintes características:

Vazão: 125 m³/h
Altura manométrica total = 200 mca
Eficiência = 73%
Potência absorvida = 126,84 CV
Velocidade = 3.450 RPM
Potência máxima exigida pela bomba = 170 CV
Motor recomendado = 180 CV
Pressão máxima com vazão zero = 241 m.c.a.
Diâmetro externo máximo do motor-bomba = 230 mm

O conjunto nº 1 formaria níveis estático e dinâmico artificiais. O nível estático superior, nesse caso, ocorreria com a bomba nº 2 sem vazão e estaria em torno de 24 metros, ou seja:

Nível dinâmico do poço = 265 m
Pressão máxima do conjunto nº 1 = 241 m
Nível estático superior = 24 m

O nível dinâmico artificial superior, para 125 m³/h de vazão, com perda de carga estimada em 12 m.c.a., foi previsto para 77 metros.

Motor bomba nº 2, tipo submerso, marca HAUPT, modelo P-84-4+V8-75 com as seguintes características:

Vazão = 125 m³/h
Altura manométrica total = 96 m.c.a.
Eficiência = 76%
Potência absorvida = 58,50 CV
Velocidade = 3.450 RPM
Potência máxima exigida pela bomba = 60 CV
Motor recomendado = 70 CV
Pressão máxima com vazão zero = 143 m.c.a.
Diâmetro externo máximo do motor-bomba = 188 mm

Escolhidos os dois conjuntos de bombas, foram dimensionados os dois tubos edutores da seguinte maneira (vide desenho):

- de 280 m a 136 m - 144 m de tubo de Ø 7", que conduziria água até a 2.^a câmara de bombeamento;
- de 136 m a 118 m - 18 m de tubo de Ø 9", para atuar com câmara de bombeamento;
- de 118 m a 0,20 m - 118 m de tubo de Ø 8" que permite a passagem do motor-bomba nº 2;
- de 132 m a 0,00 m - 132 m de tubo de Ø 5".

Na prática as duas colunas ficaram com a seguinte constituição:

- de 280,02 m a 277,12 m - 2,90 m correspondentes ao conjunto motor-bomba;
- de 277,12 m a 135,42 m - 141,70 m de tubos (12) de 7" OD;
- de 135,42 m a 113,47 m - 21,95 m de tubos (2) de 9 5/8" OD;
- de 113,47 m a 0,00 m - 113,47 m de tubos (20) de 8 5/8" OD;
- de 134,50 m a 132,30 m a 132,30 m - 2,20 m correspondentes ao conjunto motor-bomba;
- de 132,30 m a 0,00 m - 132,30 de tubos (12) de 5" OD.

O acionamento dos motores é executado através de 900 m de cabo elétrico submersível especial, 1 x 150 mm², para operar em 3 x 300 m (conjunto nº 1) e por 390 m de cabo 1 x 25 mm², para operar em 3 x 130 m (conjunto nº 2).

O sistema de partida, proteção e controle é feito por painéis elétricos independentes, tipo compensador, auto-transformador, magnético para comando local ou a distância.

A operação deste sistema é feita por comando manual, através do Quadro nº 1, acionando o conjunto nº 1, se o nível d'água estiver acima de 275 m (localização do eletrodo E-3). O motor bomba nº 1 recalca água que, ao atingir o eletrodo E-1, ao nível de 94 m, liga o conjunto nº 2.

A proteção de todo o sistema está baseada nos Quadros elétricos. A vazão do sistema é regulada pelo conjunto nº 2. Se este recalca pouca água, a reação automática do conjunto nº 1 é elevar o nível dinâmico artificial superior. Se o conjunto nº 1 aumentar demasiadamente a vazão e o nível do poço cair abaixo de

275 m, este conjunto é desligado pelo eletrodo E-3. Não havendo suprimento de água suficiente causando o abaixamento do nível, dinâmico artificial a menos de 120 m, desliga-se o eletrodo E-2, e em consequência, o conjunto nº 2. Se por algum motivo a bomba nº 1 não desligar por ação do eletrodo E-3 ela será desativada pela chave do fluxo, o mesmo acontecendo se houver demasiada redução de vazão.

DESENVOLVIMENTO E TESTES DE PRODUÇÃO

O poço foi desenvolvido nos dias 14, 15 e 16 de janeiro de 1986, totalizando 31:42 horas.

Os testes de produção foram executados pelo D.A.E.E., com acompanhamento da CPRM, e os resultados obtidos no município de Brodowski, poço SF-23-V-A-IV-4/17 foram os das Tabelas 1 a 6, anexas.

CONCLUSÃO

Após a execução do teste de bombeamento em Brodowski, o conjunto permaneceu no poço e entrou em operação normal não tendo até a data de elaboração do presente trabalho apresentado qualquer defeito.

Inclusive confirmamos posteriormente a validade do método nos poços de Dois Córregos e São Joaquim da Barra, em situações hidrogeológicas semelhantes.

"Tabela 1. Rebaixamento"

Data	Hora	Tempo (min.)	n. d'água(m)		Vazão (m ³ /h)	Observação
			Bomba 1	Bomba 2		
17/01/86	13:50					
		5	262,20			Água Turva
		10	262,6			
		15	262,7			
		20	262,8			
		25	262,9			
		30	263,3		120,3	Água Limpa
		45	263,4			Troca de Compressor
		60	263,6			
		75	263,7			
		90	263,8	57,49		
		120	263,9	57,58		
		150	264,0	57,61	120,3	Água Cristalina
		180	264,10	57,76		
		210	264,30			
		240	264,40	57,60		
		270	264,5	58,00		
		300	264,6	57,78	119,20	
		360	264,70	58,60		
		420	264,70	57,87		
		480	264,70	58,08		
		540	264,72	57,76		
		600	264,79	57,79		
		700	265,00	57,75	119,20	
		800	265,07	57,71		
		900	265,14	58,27		NE=249,6 m
		1000	265,14	-		ND=265,14m
		1100	265,14	58,76		Q=119 m ³ /h
		1200	265,14	58,65		S=15,54m
		1300	265,14	58,38		T=24 horas
		1400	265,14	-		Q/S=7,658 m ³ /h/m
18/01/86	13:50	1440	265,14	58,15	119,0	S/Q=0,131m ³ /h

"Tabela 2. Recuperação"

Data	Hora	Tempo (min.)	n. d'água(m)		Vazão (m ³ /h)	Observação
			Bomba 1	Bomba 2		
18/01/86	13:50					
		01	260,8			
		05	251,74			
		10	251,70			
		15	251,56			
		20	251,42			
		25	251,35			
		30	251,21			
		45	251,14			
		60	251,07			
		75	251,00			
		90	250,93			
	15:50	120	250,86			

"Tabela 3. Escalonado 1ª Etapa"

Data	Hora	Tempo (min.)	n. d'água(m)		Vazão (m ³ /h)	Observação
			Bomba 1	Bomba 2		
18/01/86	15:50					
		01				
		05	260,80		95,7	
		10	260,87			NE=249,6m
		15	260,94			ND=261,36m
		20	261,08			S=11,76m
		25	261,15		95,2	Q=95,2m ³ /h
		30	261,22			T=1:00hora
		45	261,29			Q/S=8,095 m ³ /h/m
	16:50	60	261,36		95,2	S/Q=0,124m ³ /h

"Tabela 4. Escalonado 2ª Etapa"

"Rebaixamento"

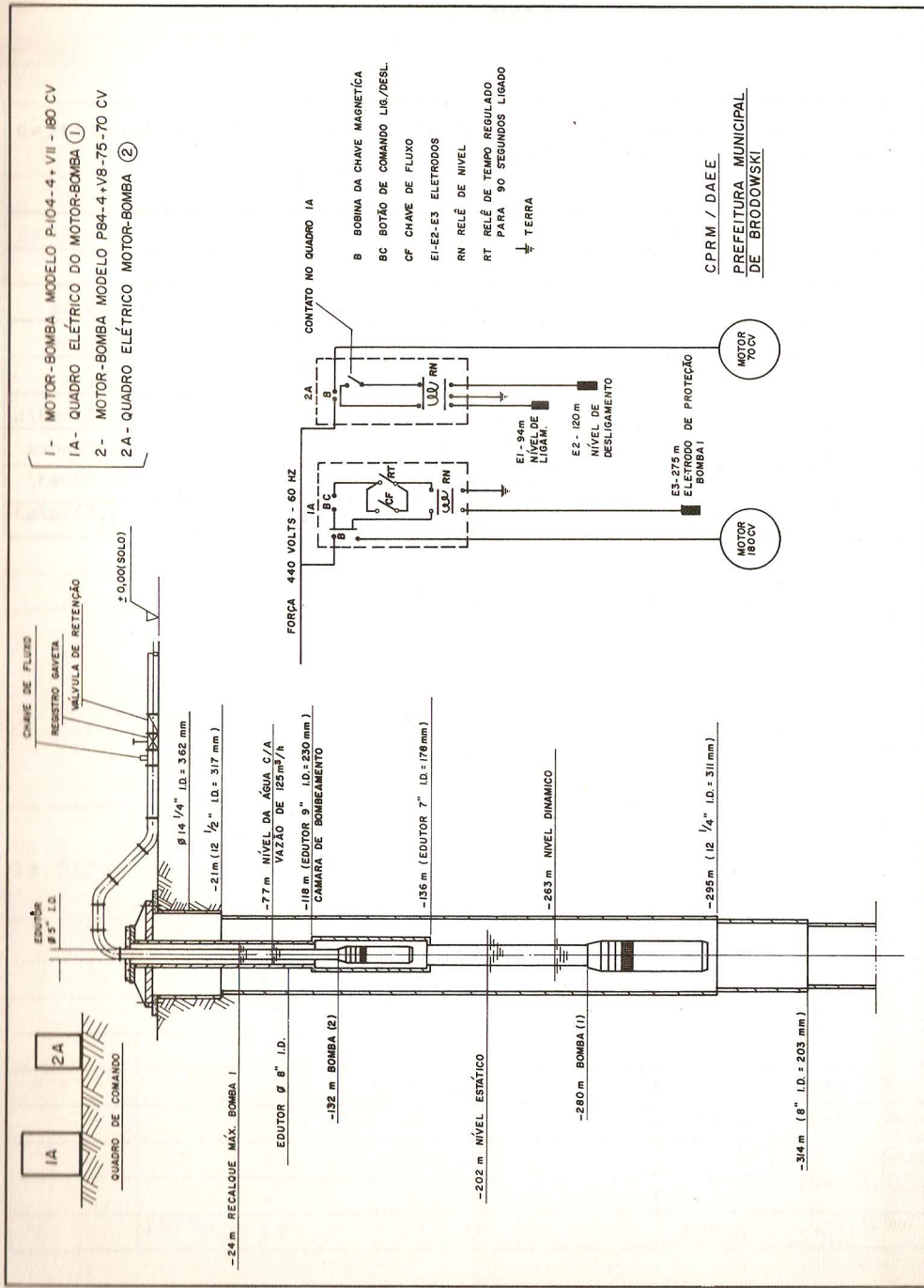
Data	Hora	Tempo (min.)	n. d'água(m)		Vazão (m ³ /h)	Observação	
			Bomba 1	Bomba 2			
18/01/86	16:50	01					
		05	261,57		99,7		
		10	261,64			NE=249,60m	
		15	261,78			ND=261,99m	
		20	261,85			S=12,39m	
		25	261,90		99,7	Q=99,7m ³ /h	
		30	261,92			T=1:00hora	
		45	261,95			Q/S=8,047m ³ /h/m	
		60	261,99		99,7	S/Q=0,124 m/m ³ /h	
		17:50	60	261,99		99,7	

"Tabela 5. Escalonado 3ª Etapa"

Data	Hora	Tempo (min.)	n. d'água(m)		Vazão (m ³ /h)	Observação	
			Bomba 1	Bomba 2			
18/01/86	17:50	01					
		05	262,9		108,2		
		10	262,97			NE=249,6m	
		15	263,02			ND=263,10m	
		20	263,04			S=13,5m	
		25	263,06		108,2	Q=108,2m ³ /h	
		30	263,08			T=1,00hora	
		45	263,09			Q/S=8,015m ³ /h/m	
		60	263,10		108,2	S/Q=0,125m/m ³ /h	
		18:50	60	263,10		108,2	

"Tabela 6. Escalonado 4ª Etapa"

Data	Hora	Tempo (min.)	n. d'água(m)		Vazão (m ³ /h)	Observação
			Bomba 1	Bomba 2		
18/01/86	18:50	01	263,41		117,6	
		05	263,95			
		10	264,16			ND=264,3m
		15	264,20		117,6	NE=249,6m
		20	264,20			S=14,7m
		25	264,25			Q=117,6m ³ /h
		30	264,27			T=1,00hora
		45	264,29			Q/S=8,000m ³ /h/m
		60	264,30		117,6	S/Q=0,125m/m ³ /h



ABSTRACT-- The presente report relates the utilizing of CPRM know how to develop and teste in the deep water well in Brodowski - SP with the following characteristics: sta tatic level 250 m, dynimic lere 265 m and flow of 120 cb. mtrs/h.