CIA. DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDENCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

PROJETO CAMPO GRANDE

RELATÓRIO FINAL

POÇO 04-CG-01-MS

FEVEREIRO /80

CPRM

Relatório Final

Projeto Campo Grande

phl 009614

C P [illegible] U T E
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 1537
N.º de Volumes: 1 V. 5

1. - Generalidades

1.1. - Histórico

A cidade de Campo Grande, recentemente promovida a capital do Estado do Mato Grosso do Sul e com uma população atual em torno de 255.000 habitantes, tem no abastecimento d'água um dos seus mais cruciantes problemas. Apesar de possuir um sem número de poços rasos, com profundidade médias de 100 a 150m, e que completam a produção de água superficial tratada, a quantidade oferecida à população ainda está longe das suas necessidades reais.

Com o crescimento vertiginoso, que por certo haverá de existir na nova capital, a Empresa de Saneamento do Estado do Mato Grosso (SANEMAT), na época responsável pela captação e distribuição de água para todo o Estado, contratou a Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais, para executar a perfuração e completação do 1º poço tubular profundo no perímetro urbano de Campo Grande.

A obra viria a servir de base para um real conhecimento do lençol d'água confinado em sub-superfície, avaliar a sua extensão, e baseado na sua potencialidade, projetar - se novos poços.

Um estudo preliminar das condições hidrogeológicas na região de Campo Grande, realizado no início de 1978 pelo DAEE de São Paulo apontava como solução mais viável, tanto em termos ecológicos, como econômicos, a utilização de uma bateria de poços profundos que poderiam dar individualmente uma vazão média de 300 a 500.000 l/h.

1.2. - Aspectos Geológicos

A cidade de Campo Grande está totalmente assen

tada em rochas basálticas da formação Serra Geral. Na maior parte do perímetro urbano, o basalto encontra-se aflorando na sua forma intemperizada, dando origem a um solo vermelho amarronzado, que em alguns locais chega a ter uma espessura de mais de 20m.

A geologia de sub-superfície é relativamente - bem conhecida até os 150m, fruto dos inúmeros poços ali realizados, todos eles dentro de rochas basálticas.

Apenas um único registro mais significativo das rochas que existem sob o basalto é de conhecimento dos meios científicos. Trata-se do poço 02-CGst-01-MT, ~~realizado~~ perfurado pela Petrobrás, e que alcançando grande profundidade em busca de petróleo, atravessou quase toda sequência estratigráfica da área.

O poço situado nas imediações do aeroporto internacional de Campo Grande, atravessou os seguintes pacotes, dentre outros:

Fm. Serra Geral - 145m de espessura
Fm. Botucatu - 384m de espessura
Fm. Estrada Nova- 386m de espessura
Fm. Tubarão -1995m de espessura
Fm. Ponta Grossa-58,5m de espessura

1.3. - Aspectos Hidrogeológicos

Apesar de serem quase sempre produtores de água de qualidade potável, os basaltos apresentam vazões extremamente variáveis, já que a sua potencialidade depende das fraturas ou conjuntos de fraturas atuantes em cada local. Segundo os estudos realizados em diversos poços cadastrados, a média

de produção é de 14.500 l/h.

Já a unidade imediatamente abaixo da faixa basáltica, a Formação Botucatu, revela-se potencialmente muito promissora, em virtude das suas excelentes características: altas permeabilidade e porosidade; bom selecionamento do material componente, granulometria homogênea e notadamente pela sua alta transmissividade (250- 400 $m^3/h/m$) que confere uma vazão específica em torno de 6 a 10 $m^3/h/m$.

As unidades estratigraficamente mais abaixo tornam-se secundárias, em vista á potencialidade da Formação Botucatu.

2. - Localização do Poço Pioneiro

O primeiro poço a ser construido, e que se constitui no piloto para todos os demais, está locado na zona urbana de Campo Grande, na Vila Cooafama, área do Projeto Cura I.

Situa-se na margem direita do córrego Segredo, á poucos metros do Viaduto Prof. Hélio Macedo.

O critério preponderante na escolha daquele local foi puramente topográfico aliado ás zonas de crescimento potencial da cidade.

3.- Execução

3.1. - Escolha de Equipamento e Operação

Com a assinatura do contrato e com a devida solicitação de serviço, e de posse da previsão geológica do furo assim como as especificações de diâmetro, a CPRM iniciou os trabalhos, utilizando o seguinte equipamento básico:

1 Sonda Failing - modelo 2.500.

1 Bomba de lama Gardner Denver - 5 1/2" x 8".

600m de tubos de perfuração de 2 7/8".

200m de comandos de perfuração de 5 3/4".

Brocas tricônicas de 9 7/8", 12 1/4", 15", 17 1/2" e 26"

Alargador de 17 1/2".

Veículos pesados (1 caminhão pipa e 1 carreta).

Veículos leves (1 Pick-up e 1 VW-1300)

Rádio Transceptor de longo alcance

Laboratório completo para análise de lama

Peneira Vibratória

Desareiador

Grupo Gerador de energia elétrica

Equipamento para solda oxi-acetileno

Material de pescaria

Material de reposição

Um escritório de apoio foi montado junto á área de operação e o trabalho iniciado no dia 25.07.78 com o seguinte quadro técnico especializado:

01 Técnico de nível superior (chefe do Projeto)

01 Encarregado de Sondagem

03 Sondadores

03 Torristas

09 Plataformistas

03 Motoristas

01 Auxiliar de escritório

Com a formação de 03 turmas, pode-se trabalhar ininterruptamente.

3.2. - Perfuração - Sequência do trabalho desenvolvido

3.2.1. - Perfuração em 26"

Segundo o cronograma de trabalho, realizado a partir das especificações do poço, o passo inicial foi a perfuração em 26" e o isolamento com revestimento de 24" da faixa de solo.

Utilizando-se uma única broca de formação mole, rapidamente alcançou-se o basalto fresco que se encontrava a 18,90 metros de profundidade.

Concluída aquela fase, foi assentada uma coluna de revestimento de 24" e o seu espaço anular completamente preenchido com pasta de cimento.

3.2.2. - Perfuração em 12 1/4"

A maior parte dos derrames basálticos foi atravessado utilizando-se brocas de 12 1/4", com as quais alcançou-se a profundidade de 237,75m.

A partir daí o poço foi perfurado com 9 7/8" e, alcançando a profundidade final de 637,00, voltou a ser alargado para 12 1/4" com a utilização de brocas já usadas.

Resumidamente as brocas apresentaram a seguinte performance:

a) Perfuração em 12 1/4".

Nº	TIPO	ENTRADA (m)	SAÍDA (m)	PRODUÇÃO (m)	TEMPO (h)	MÉDIA (m/h)
361	Y-11J	00,00	19,38	19,38	10:30	1,84
307	W7R	19,38	47,37	27,99	244:10	0,11
321	W7R	47,37	94,25	46,88	119:40	0,39
368	W7R	94,25	129,00	34,75	131:45	0,26
332	W7R	129,00	176,00	47,00	155:40	0,30
368	W7R	176,00	237,75	61,75	95:50	0,64
TOTAL				237,75	757:35	0,31

b) Perfuração em 9 7/8"

Nº	TIPO	ENTRADA (m)	SAÍDA (m)	PRODUÇÃO (m)	TEMPO (h)	MÉDIA (m/h)
864	OWV	237,75	261,00	23,25	50:25	0,46
863	OWV	261,00	307,00	46,00	66:10	0,70
535	OWV	307,00	322,00	15,00	9:55	1,51
864	OWV	322,00	500,56	178,56	60:25	2,95
863	OWV	500,56	559,00	58,44	26:35	2,20
535	OWV	559,00	570,00	11,00	6:00	1,83
275	Y-13J	570,00	637,00	67,00	17:00	3,94
TOTAL				399,25	237:10	1,68

c) Alargamento de 9 7/8" para 12 1/4"

Nº	TIPO	ENTRADA (m)	SAÍDA (m)	PRODUÇÃO (m)	TEMPO (h)	MÉDIA (m/h)
307	W7R	237,75	286,00	48,25	50:30	0,96
332	W7R	286,00	572,77	286,77	95:50	2,99
321	W7R	572,77	600,50	27,73	9:30	2,91
361	Y-11J	600,50	637,00	36,50	25:40	1,42
TOTAL				399,25	181:30	2,20

3.2.3. - Alargamento para 17 1/2" e 15"

Com o poço totalmente perfurado, e dessa maneira conhecido, foi alargado em 17 1/2" até os 426m e, posteriormente para 15", a partir dos 426m até o final do poço.
As Brocas utilizadas nesta fase apresentaram a seguinte performance:

d) Alargamento de 12 1/4" para 17 1/2"

Nº	TIPO	ENTRADA (m)	SAÍDA (m)	PRODUÇÃO (m)	TEMPO (h)	MÉDIA (m/h)
	ALARGADOR	18,00	43,38	25,38	168:35	0,15
993	W4	43,38	125,00	81,62	457:00	0,18
	ALARGADOR	125,00	280,29	155,29	348:15	1,45
22932	OWV	280,29	343,46	64,17	46:15	1,37
543	OSC	343,46	426,00	82,54	119:30	0,69

e) Alargamento de 12 1/4" para 15"

Nº	TIPO	ENTRADA (m)	SAÍDA (m)	PRODUÇÃO (m)	TEMPO (h)	MÉDIA (m/h)
9757	DTJ	426,00	631,00	205,00	115:00	1,78

Ainda com os dados das tabelas a, b, c, d, e e, podemos desenvolver:

1) Tempo gasto para atravessar o basalto com 12 1/4" - h;
= 909:10h

2) Tempo gasto para alargar o basalto de 12 1/4" para 17 1/2"
= 973:50h

3) Tempo gasto para atravessar o arenito com 17 1/2"
= 282:45h

4) Tempo gasto para atravessar o arenenito em 15"
= 265:05h

5) Somando-se os tempos 1 e 2, obtem-se o tempo gasto para atravessar o basalto em 17 1/2".
= 1.883:00h

3.3. - Medidas de inclinação

Foram tomadas medidas de verticalidade, de acordo com os padrões normais de perfuração, utilizando-se um registrador de inclinação fabricado pela "TOTCO", obtendo-se os resultados abaixo:

Profundidade	Inclinação	Litologia
Até 195m	0,0º	Arenito
200m	1,0º	Arenito
205m	1,4º	"
210m	2,8º	"
215m	4,0º	"
220m	3,0º	Basalto
225m	4,0º	"
230m	4,0º	"
235m	4,8º	"
240m	4,8º	"
250m	5,0º	"
255m	5,0º	"
260m	4,8º	"
265m	4,5º	"
270m	4,0º	"
275m	4,0º	"
280m	4,0º	Basalto/Arenit.
290m	4,0º	Arenito
300m	3,5º	Arenito
310m	3,0 º	"
320m	2,0 º	"

Profundidade	Inclinação	Litologia
330m	1,5º	Arenito
340m	1,0º	"
350m	0,8º	"
370m	1,4º	"
390m	1,5º	"
420m	1,0º	"

Os dados demostram um afastamento da vertical perfeitamente normal num poço perfurado para água.

4.- Trabalhos de Pré-Completação

Alguns trabalhos complementares foram realizados, visando uma melhoria na qualidade da completação.

a) - Reforço do tubo de boca

Durante o assentamento do tubo de boca (24") no poço de 26", foi feita a cimentação do seu espaço anular.

Como a profundidade era pequena (18,90m) optou-se por jogar a pasta de cimento de cima para baixo, utilizando-se latas de 20 litros. Daquela maneira foram preenchidos os 945 litros do espaço anular.

Com o término da perfuração do poço observou-se que a parte superior daquele cimento, existente no espaço anular, estava bastante quebradiço e fofo em alguns locais. Necessária se fez a remoção de toda a parte suspeita, deixando-se vazio até onde alcançasse o cimento puro. Constatou-se que aproximadamente 1 m da parte cimentada estava imprestável.

Uma nova pasta de cimento foi preparada e colocada no espaço anular, vedando-se e reforçando-se para futuros esforços.

b) - Teste de pressão

Com tubo de boca completamente cimentado vedou-se a sua parte superior e através da própria coluna de perfuração procedeu-se a injeção sob pressão de lama. Mesmo com baixa pressão (± 150 psi) houve uma perda de 25.000 L de lama.

Num raio de 200m em torno do poço, não foi encontrado nenhum indício de lama, fato que sugeria que a perda tivesse ocorrido abaixo da faixa basáltica superficial intemperizada.

c) - Tamponamento da parte final do poço

Através da análise dos perfis elétricos e radioativos, registrados ao final da perfuração, decidiu-se tamponar com cimento todo o espaço a partir dos 600m.

Com isso isolava-se mais ainda o pacote arenoso, produtor de água, da faixa areno-argilosa existente naquela profundidade. Foi utilizada uma pasta de cimento com peso 13,6 libras/gal, gastando-se 90 sacos de cimento CP-320.

d) - Colocação da Coluna de 14"

Em virtude do resultado do teste de pressão, a disposição da coluna de produção juntamente com a coluna de revestimento de 14", foi substancialmente alterada.

Daquela forma, ao invés de constituir-se num só conjunto, como previsto, a coluna de 14" seria assentada isoladamente á profundidade de 426m (ponto de redução do diâmetro de perfuração de 17 1/2" para 15") e cimentado o espaço anular.

O "plug" de cimentação foi colocado a uma profundidade tal que servisse como fixação da coluna de revestimento e ao mesmo tempo não afetasse o arenito produtor. A so

lução encontrada foi a sua localização em frente a segunda faixa basáltica, compreendida entre 219m e 279m.

Os revestimentos apresentam, a exceção das extremidades, diâmetros interno e externo respectivamente de 13 1/4" e 14". As conexões, do tipo "FLUSH-JOINT", têm diâmetro interno de 13".

Durante a descida os tubos foram enroscados até o ponto máximo. Um cordão de solda em toda a parte de junção e a aplicação de 2 "costelas" de chapa de ferro aumentaram a segurança.

Os tubos desceram normalmente. A partir daquele ponto, provavelmente em função do "dog-leg", a coluna começou a "pegar", oferecendo uma regular resistência à descida. Como a coluna estava também submetida ao empuxo pela ação da lama, uma parte daquele esforço de resistência era em decorrência do mesmo.

?

Ao se atingir a profundidade de 372m, antes portanto, dos 426m previstos, o revestimento não mais desceu. Mesmo as inúmeras tentativas tracionando-o foram inúteis. O revestimento, por conseguinte, foi cimentado áquela profundidade.

A cimentação foi realizada, utilizando-se 120 sacos de cimento + 3.665 litros de água, que resultaram numa pasta de 13,9 lb/gal.

Após 24:00 horas aguardando pega do cimento, foi iniciado o corte do "plug", ficando o poço pronto para receber a coluna de produção.

5. - Completação

5.1. - Descida da coluna de filtros e tubos (liner)

Com a interpretação dos perfis elétricos e radioativo, assim como a análise granulométrica do arenito produtor, pode-se especificar a metragem dos filtros, os intervalos onde seriam colocados e as suas características de abertura e diâmetros. Os filtros escolhidos foram os do tipo extra-reforçado 8 5/8" O.D. e 8" I.D., 0,75mm de abertura, seção circular e com resistência ao colapso de 730 psi, e num comprimento total de 167,66 metros. Esta metragem inclui ainda 9,93m de filtro de 9" I.D., e que envolvendo um tubo cego de 8 5/8 " O.D., se constituiu no filtro indicador para os trabalhos de encascalhamento.

O esquema geral do "liner" colocado no poço - foi o seguinte:

Ordem	Material	Comprimento	Total	Profundidade
				324,00
01	Rosca esquerda	0,40		
02	Revest.	6,30		
03	Revest.	6,00		
04	Revest.	9,17		
05	Revest.	9,12	30,99	354,99
06	Filt.indicador	9,93	9,93	364,92
07	Revest.	9,42		
08	Revest.	9,08	18,50	383,42
09	Filtro	6,30		
10	Filtro	6,30		
11	Filtro	6,36		
12	Filtro	6,30		
13	Filtro	6,30		
14	Filtro	6,36		

Ordem	Material	Comprimento	Total	Profundidade
15	Filtro	6,32	44,24	427,66
16	Revest.	8,58	8,58	436,24
17	Filtro	6,32		
18	Filtro	6,30		
19	Filtro	6,30		
20	Filtro	6,30	25,22	461,46
21	Revest.	9,65	9,65	471,11
22	Filtro	6,27		
23	Filtro	6,30		
24	Filtro	6,30		
25	Filtro	6,30	25,17	496,28
26	Revest.	8,93		
27	Revest.	5,00		
28	Revest.	5,80	19,73	516,01
29	Filtro	6,34		
30	Filtro	6,30		
31	Filtro	6,30	18,94	534,95
32	Revest.	9,15	9,15	544,10
33	Filtro	6,30		
34	Filtro	6,29		
35	Filtro	6,30	18,89	562,99
36	Revest.	9,12	9,12	572,11
37	Filtro	6,30		
38	Filtro	6,30		
39	Filtro	6,33		
40	Filtro	6,34	25,27	597,38
41	Revest.	2,50	2,50	599,88

Ao longo da coluna, foram colocados centralizadores com 1 3/4" de altura, visando uma maior verticalidade do "liner", assim como assegurar a máxima eficiência na operação de encascalhamento. O tubo da extremidade inferior do "liner " foi tamponado com cimento, visando um total isolamento contra possíveis entradas de areia e fluidos indesejáveis.

5.2. - Encascalhamento

Em virtude da constituição granulométrica da Formação Botucatu, em que predominam grãos de quartzo sub-arredondados á arredondados e com 80% dos constituintes com Ø 0,2mm, necessário se faz a técnica de encascalhamento artificial.

A empresa contratada para realizar tal operação foi a "DOWELL-SCHLUMBERGER" através da sua filial brasileira, - Serviços de Cimentação e Estimulação de Poços Ltda.

Antes mesmo da injeção do cascalho todo fluido existente no poço, e constituido basicamente de água e bentonita, foi substituido por fluido de completação. De uma maneira geral. o fluido é altamente gelificante, sem sólido e um alto pH. Para isso são usados os produtos J-160 (agente gelificante), KCL (agente incrementador de peso), D-47 (agente anti- espumante) e NaOH (agente controlador de pH).

Da mistura daqueles produtos. obteve-se um fluido com viscosidade de 37 segundos e um peso de 8,8 lb/gal. Ao mesmo tempo que havia a substituição de lama do poço, o pré-filtro anteriormente peneirado na malha de 1mm. era introduzido no silo, ponto inicial da operação do encascalhamento propriamente dito.Com a operação conjunta de uma unidade de mistura (blender), que distribuia homogeneamente a areia no fluido a ser injetado, e uma unidade de bombeio (com 2 bombas tri

plex até 15.000 psi), pode-se preencher em poucas horas e com toda segurança, o espaço anular da coluna de produção. O método da circulação reversa, já utilizado com êxito pela CPRM em outros poços da Bacia do Paraná, foi o empregado também em Campo Grande. Uma rosca esquerda estrategicamente posicionada permitia não só a colocação exata do "liner", como também a introdução na parte interna dos filtros de uma coluna de perfuração que receberia de volta todo o fluido injetado na mistura, completando assim o ciclo da circulação.

A mistura, constituida numa proporção de 0,25 lb de pré-filtro para cada galão de fluido, foi injetada numa velocidade de 3 bbl/min, padrões para tal operação.

Daquela forma, a areia da mistura decantava no anular da coluna de produção e o fluido restante voltava por dentro da coluna de perfuração.

Neste tipo de operação, ao preencher-se o espaço anular do filtro mais superior da coluna, a pressão sobe vertiginosamente, decretando o fim do encascalhamento. Normalmente, quando a pressão chega a 500 psi, a operação é dada como concluída. Em Campo Grande essa regra também foi válida.

Com a injeção de todo pré-filtro calculado, assim como com a impossibilidade de estabelecer-se circulação, a operação foi dada como encerrada quando atingiu-se a pressão de 500 psi.

6. - Desenvolvimento

6.1. - Fase I - Limpeza

Concluído o encascalhamento, procedeu-se a troca do fluido de completação por água limpa, etapa inicial do demorado processo de remoção de materiais que pudessem impedir um total escoamento da água da formação para o interior dos fil

tros. Com uma coluna de extremidade aberta, baixada até a base do último filtro, removeu-se não só o fluido de completação, como o material finíssimo decantado no fundo do poço durante as operações de encascalhamento.

Tal circulação foi interrompida quando a água que retornava estava praticamente limpa e com acentuada transparência. O passo seguinte foi a colocação de uma solução de hexametafosfato de sódio na razão de 6 Kg/litro, que ficou em repouso em frente a coluna de produção por 12 horas. Após aquele período de espera desceu-se nova coluna de lavagem, desta feita com haste tamponada na extremidade inferior e com furos laterais, que em número de 16 permitiam que com a nossa própria bomba (5 1/2" x 8") se processasse um regular jateamento dos filtros.

O jateamento foi dado como parcialmente encerrado quando após alcançar-se todos os intervalos filtrantes não mais havia retorno de água turva, característica de presença de bentonita.

Após a introdução de nova solução de hexametafosfato de sódio continuou-se a jatear os filtros, percebendo-se na água que retornava uma regular quantidade de resíduos de bentonita e pouca ou quase nenhuma areia.

Numa das operações de descida e subida da coluna de jateamento observou-se um aumento considerável de reboco no fluido que retornava ,chamando a atenção o modo brusco com que se processou o incremento.

Após este fato a coluna de jateamento por algumas ocasiões não passou dos 350m. Cada vez que tal fato acontecia a coluna era retirada e sua extremidade inferior, constituida por um pino de "tool-joint", retornava com indícios de -

areia na sua parte externa.

6.2. - Fase II - Pescaria

De posse do compressor "Le-Roy", 460 CFM e 250 psi, de propriedade da CPRM, procedeu-se ao início do desenvolvimento pelo sistema " Air- Lift ".

Foram descidos 325 m de tubos de 5 1/2" para descarga e 185 m de tubos galvanizados de 1 1/2" para injeção de ar.

Após produzir 200 litros de água suja, durante 3 minutos, somente ar retornou pelo cano de descarga, com o manômetro acusando 50 psi.

Mais 60m de canos 1 1/2" foram baixados e o fenômeno voltou a ocorrer: produção inicial de água suja e golfadas de ar juntamente com pequenas quantidade de lama, arenito Botucatu e água.

Quando tentava-se descer ainda mais os tubos de injeção de ar. observou-se que os mesmos topavam aos 260m e, pela maneira que se processava o choque, com certeza era sobre areia.

Com a retirada dos tubos de 5 1/2" pode-se comprovar que a partir dos 260m havia realmente areia da formação. Constatada a presença de areia dentro do revestimento de 14", desceu-se uma coluna aberta para lavagem do trecho aterrado e desobstrução da câmara de bombeamento.

A água injetada para limpeza conseguiu retornar á superfície, ficando á aproximadamente 30m abaixo da boca do furo. Cessada a tentativa de circulação, o nível d'água estabilizou em 73m.

Após inumeras tentativas para definir com

precisão as causas da presença de areia da formação dentro do poço, inclusive correndo perfis como o caliper, ao longo do poço revestido, ficou criteriosamente estabelecido que havia entradas de areia pelo revestimento de 13". As profundidades desses danos, confirmadas após repetidas e demoradas operações, foram 307 e 324m.

Não há uma razão técnica que explique esses danos, acredita-se entretanto que o revestimento furou naqueles pontos em algum nível de basalto durante sua descida.

Com a situação esclarecida o passo seguinte foi a tentativa de complementar-se o "liner" com, no minímo, mais 30m de tubos de 8 5/8", isolando-se portanto o dano existente no revestimento.

Algumas tentativas foram executadas sem êxito. A rigidez da coluna de 8 5/8" dentro do revestimento de 13", aliada a não verticalidade total do poço, impediram esse sucesso.

Tentou-se ainda compor uma coluna de 8 5/8"e 5 1/2" cujo resultado não foi positivo.

Finalmente, e como única opção disponível , ficou decidida a utilização de 61m de tubos de 5 1/2" com o objetivo de aumentar o pré-filtro de recarga e solucionar o problema. Parte dessa coluna (15.50m) entrou no "liner" para permitir a vedação perfeita, mostrada mais adiante, ficando o topo a 277,50m.

Com o dano do intervalo entre 307m e 324m resolvido, já que agora o topo da nova coluna de produção se encontrava quase 30m acima da extremidade do revestimento (307m), o passo seguinte foi o encascalhamento do espaço anu

lar desde os 324m até os 277,50m.

O pré-filtro calculado foi jogado normalmente por gravidade e graças a um disco de proteção colocado acima da entrada da coluna de produção, (foto anexa), foi todo depositado no anular da mesma. Em seguida desceu-se a coluna de 2 7/8", que circulando com água, removeu toda a areia depositada no interior da coluna de produção, indo até a profundidade de 598m.

Com a coluna de produção novamente pronta a executar o seu papel, sem entrada de areia da formação, procedeu-se a novo desenvolvimento com compressor.

6.3. - Fase III - Testes de Vazão

6.3.1. - Sistema "Air-Lift"

Com os problemas de completação do poço totalmente sanados, o mesmo foi colocado em produção na sua vazão máxima, compatível com o compressor. Ao todo foram 60 horas de produção ininterrupta, conseguindo-se os seguintes resultados:

Tubos de 5 1/2" (descarga) 226m
Tubos de 1 1/2" (injeção) 204m
Nível estático no início = 73m
Pressão de injeção = 140 psi
Duração = 60 horas
Produção total = 2.520.000 litros ou 42.000 l/h.

Teor de areia final = 10 ppm

Após a parada do desenvolvimento, os seguintes resultados foram obtidos relativos ao nível estático:

Tempo	Nível d'água (m)	Rebaixamento residual (m)
30 seg.	113	40,00
60 "	110	37,00
2 min.	107	34,00
4 "	99	26,00
6 "	95	22,00
8 "	92	19,00
10 "	90,7	17,70
12 "	88,8	15,80
15 "	88,0	15,00
18 "	87,2	14,20
20 "	86,8	13,80
30 "	85,0	12,00
60 "	82,25	9,25
90 "	80,10	7,10
150 "	79,70	6,70
210 "	79,10	6,10
270 "	78,50	5,50
Após 18 hs.	76,25m	3,25

6.3.2. - Desenvolvimento com bomba de eixo prolongado

Utilizando-se uma bomba "Layne" com capacidade de produção máxima em torno de 225 m^3/h, para um nível dinâmico de 170 metros.

A coluna, composta de tubos de 8", tinha um comprimento total de 162,90m. contados a partir do crivo da bomba.

O motor que acionava o sistema é do tipo GM-8-71 e potência de 250 HP.

O teste propriamente dito teve a seguinte sequência cronológica:

Dia 15/Setembro

14:30 hs. - Início bombeamento

Nessa fase inicial procurou-se desenvolver

o poço a partir dos 42.000 l/h, já obtidos com compressor. Assim sendo, a cada incremento de vazão a produção de areia aumentava bastante, até cair para níveis irrisórios, quando conservava-se a vazão.

Durante este desenvolvimento inicial obteve-se sempre uma vazão específica em torno de 1.200 l/h/m, com vazão situando-se no intervalo de 42.000 a 80.000 l/h., após partir de um nível estático aos 73m.

Dia 16/Setembro

A partir das 9 horas o teste foi reiniciado, obtendo-se os seguintes dados:

Hora Local	Vazão(l/h)	Rebaixamento (m)	Vazão específica m^3/m
9:00	88.000	80,00	1,10
10:00	92.000	84,00	1,09
11:00	92.000	84,00	1,09
12:00	87.000	84,00	1,03
13:00	99.000	84,00	1,17
14:00	96.000	84,00	1,14
15:00	100.000	84,00	1,19
16:00	93.000	84,00	1,10
17:00	104.000	84,00	1,23
18:00	91.000	84,00	1,08
19:00	97.000	88,70	1,09
20:00	97.000	88,40	1,09
21:00	95.000	88,70	1,07
22:00	95.000	88,60	1,07
23:00	95.000	88,60	1,07
00:00	94.000	88,80	1,06
Dia 17/Setembro			
1:00	104.000	88,50	1,17
2:00	95.000	88,30	1,07
3:00	95.000	88,00	1,08
4:00	95.000	88,10	1,08
5:00	95.000	89,00	1,07
6:00	94.000	88,90	1,06

7:00	95.000	88,30	1,07
8:00	95.000	88,80	1,07
9:00	96.000	88,90	1,08
11:00	94.000	88,80	1,06

As primeiras leituras de rebaixamento, tomadas após aqueles ensaios de vazão, apresentaram os seguintes resultados:

Tempo	Nível (m)	Rebaixamento Residual (m)
0 min.	nível dinâmico	
9 "	110,66	37,66
10 "	109,71	36,71
12 "	109,12	36,12
14 "	107,82	34,82
16 "	107,06	34,06
18 "	106,36	33,36
20 "	105,78	32,78
22 "	105,20	32,20
25 "	104,45	31,45
28 "	103,80	30,80
30 "	103,32	30,32
35 "	102,40	29,40
40 "	101,58	28,58
45 "	100,43	27,43
50 "	99,72	26,72
1 hora	98,38	25,38
1 1/2	95,69	22,69
2 horas	94,25	21,25
3 horas	92,02	19,02
4 "	90,39	17,39
5 "	89,13	16,13
6 "	88,22	15,22
7 "	87,42	14,42
8 "	86,77	13,77
9 horas	86,31	13,31
10 "	85,84	12,84
11 "	85,46	12,46
12 "	85,10	12,10

Dia 18/Setembro - Continuação retomada do nível estático

13 horas	84,73	11,73
14 "	84,33	11,33
15 "	83,98	10,98
16 "	83,69	10,69
17 "	83,38	10,38
18 "	83,11	10,11
19 "	82,88	9,88
20 "	82,67	9,67
27 "	81,31	8,31

Ainda naquele dia foram reiniciados os ensaios de bombeamento

Hora	Vazão(m^3)	Rebaixamento (m)	Vazão específica(m^3/m)
16:00	97.000	72,58	1,34
17:00	95.000	71,50	1,33
18:00	91.000	73,95	1,23
19:00	92.000	75,52	1,22
20:00	91.000	76,40	1,19
21:00	90.000	76,26	1,18
22:00	90.000	76,72	1,04
23:00	89.000	77,30	1,15
24:00	89.000	77,43	1,15
Dia 18 - Continuação do bombeamento			
1:00	88.000	79,39	1,11
2:00	88.000	79,44	1,11
3:00	88.000	79,47	1,11
4:00	87.000	79,25	1,10
5:00	86.000	78,82	1,10
6:00	84.000	78,53	1,07
7:00	82.000	78,51	1,04
8:00	86.000	81,17	1,06
9:00	85.000	81,13	1,05
10:00	84.000	80,89	1,04
11:00	84.000	80,88	1,04

Naquele mesmo dia foi suspenso o teste de vazão, para medida da retomada do nível estático, com os seguintes resultados:

Tempo (min)	Nível d'água (m)	Rebaixamento Residual (m)
0	ND : 155,75	-
1 min.	-	-
2 "	105,00	32,00
3 "	108,50	35,50
4 "	109,90	36,90
5 "	110,20	37,20
6	110,10	37,10
7	109,80	36,80
8	109,37	36,37
9	109,00	36,00
10	108,60	35,60
12	107,77	34,77
14	107,07	34,07
16	106,40	33,40
18	105,78	32,78
21	105,02	32,02
24	104,23	31,23
27	103,63	30,63
30	103,05	30,05
35	102,15	29,15
40	101,30	28,30
45	100,70	27,70
50	100,27	27,27
60	99,20	26,20
90	96,97	23,97
120	98,35	20,35
150	92,23	19,23
180	91,26	18,26

No final do dia (16:00 hs.), foi reiniciado o teste de vazão com a tentativa 1º escalonado, com os seguintes resultados

Hora Local	Tempo (min)	Vazão l/m	N.Dinâmico (m)	Rebaixamento (m)	V.específico $m^3/h/m.$
16:01	1	62.000	126,00	53,00	1,17
16:02	2	62.000	128,10	55,10	1,13
16:03	3	62.000	126,70	53,70	1,15
16:04	4	62.000	126,70	53,70	1,15
16:05	5	62.000	126,60	53,60	1,16
16:06	6	62.000	126,75	53,75	1,15

Hora Local	Tempo (min)	Vazão l/m	N.Dinâmico (m)	Rebaixamento (m)	V.específico $m^3/h/m$.
16:07	7	61.300	125,50	52,50	1,17
16:08	8	61.300	123,90	50,90	1,20
16:09	9	61.300	123,30	50,30	1,21
16:10	10	61.000	123,20	50,20	1,22
16:12	12	61.000	123,25	50,25	1,21
16:14	14	61.000	123,40	50,40	1,21
16:16	16	60.500	123,50	50,50	1,20
16:18	18	62.500	123,60	50,60	1,20
16:21	21	62.500	123,65	50,65	1,20
16:24	24	60.500	123,83	50,83	1,20
16:27	27	60.500	124,01	51,01	1,19
16:30	30	59.000	124,21	51,21	1,15
16:35	35	59.000	124,46	51,46	1,15
16:40	40	59.000	124,48	51,48	1,15
16:50	50	58.000	124,90	51,90	1,11
17:00	60	58.000	125,26	52,26	1,11
17:10	70	58.000	125,54	52,54	1,10
17:20	80	57.000	125,86	52,86	1,08
17:30	90	57.000	126,07	53,07	1,07
17:40	100	57.000	126,24	53,24	1,07
17:50	110	57.000	126,40	53,40	1,07
18:00	120	57.000	126,60	53,60	1,06
18:10	130	57.000	126,64	53,64	1,06
18:20	140	57.000	126,73	53,73	1,06
18:30	150	57.000	126,80	53,80	1,06
18:40	160	57.000	126,90	53,90	1,06
18:50	170	57.000	127,00	54,00	1,06
19:00	180	57.000	127,06	54,06	1,05
<u>2º Teste escalonado</u>					
20:10	0	60.000	127,20	-	-
20:11	1	60.000	129,00	56,00	1,07
20:12	2	65.000	131,00	58,00	1,12
20:13	3	65.000	131,90	58,90	1,10
20:14	4	65.000	132,25	59,25	1,10
20:15	5	68.000	132,50	59,50	1,14
20:16	6	75.000	134,70	61,70	1,22
20:17	7	75.000	137,60	64,60	1,16
20:18	8	75.000	139,15	66,15	1,14
20:19	9	75.000	140,00	67,00	1,12
20:20	10	81.000	140,50	67,50	1,20

20:22	12	81.000	141,10	68,10	1,19
20:24	14	81.000	141,40	68,40	1,18
20:26	16	81.000	141,70	68,70	1,18
20:28	18	81.000	141,89	68,89	1,16
20:31	21	80.000	142,16	69,16	1,16
20:34	24	80.000	142,27	69,27	1,15
20:37	27	80.000	142,36	69,36	1,15
20:40	30	79.000	142,50	69,50	1,14
20:45	35	79.000	142,64	69,64	1,13
20:50	40	79.000	142,90	69,90	1,13
21:00	50	79.000	143,14	70,14	1,13
21:10	60	79.000	143,34	70,34	1,12
21:20	70	79.000	143,59	70,59	1,12
21:30	80	79.000	143,77	70,77	1,12
21:40	90	79.000	143,78	70,78	1,12
21:50	100	79.000	144,02	71,02	1,11
22:00	110	79.000	144,18	71,18	1,11
22:10	120	79.000	144,25	71,25	1,11
22:20	130	79.000	144,33	71,33	1,11
22:30	140	79.000	144,38	71,38	1,11
22:40	150	79.000	144,49	71,49	1,11
22:50	160	79.000	144,42	71,42	1,11
23:00	170	79.000	144,39	71,39	1,11
23:10	180	79.000	144,40	71,40	1,11

O 3º e último teste de vazão escalonado não foi realizado, em decorrência da quebra do medidor de nível d' água.

Antes da bomba ser desmontada foi feito um teste final, mesmo sem medidor de nível, controlando-se apenas a não-entrada de ar no crivo da bomba, o que representava na prática o nível dinâmico de 162,00m.

Após 3 horas de bombeamento, obteve-se uma produção de 112.000 l/h, estabilizada.

Conclusões e Recomendações

No final dos trabalhos de campo, com a análise de todos os dados resultantes das diversas frases da evolução dos conhecimentos, chega-se a algumas conclusões, tais como:

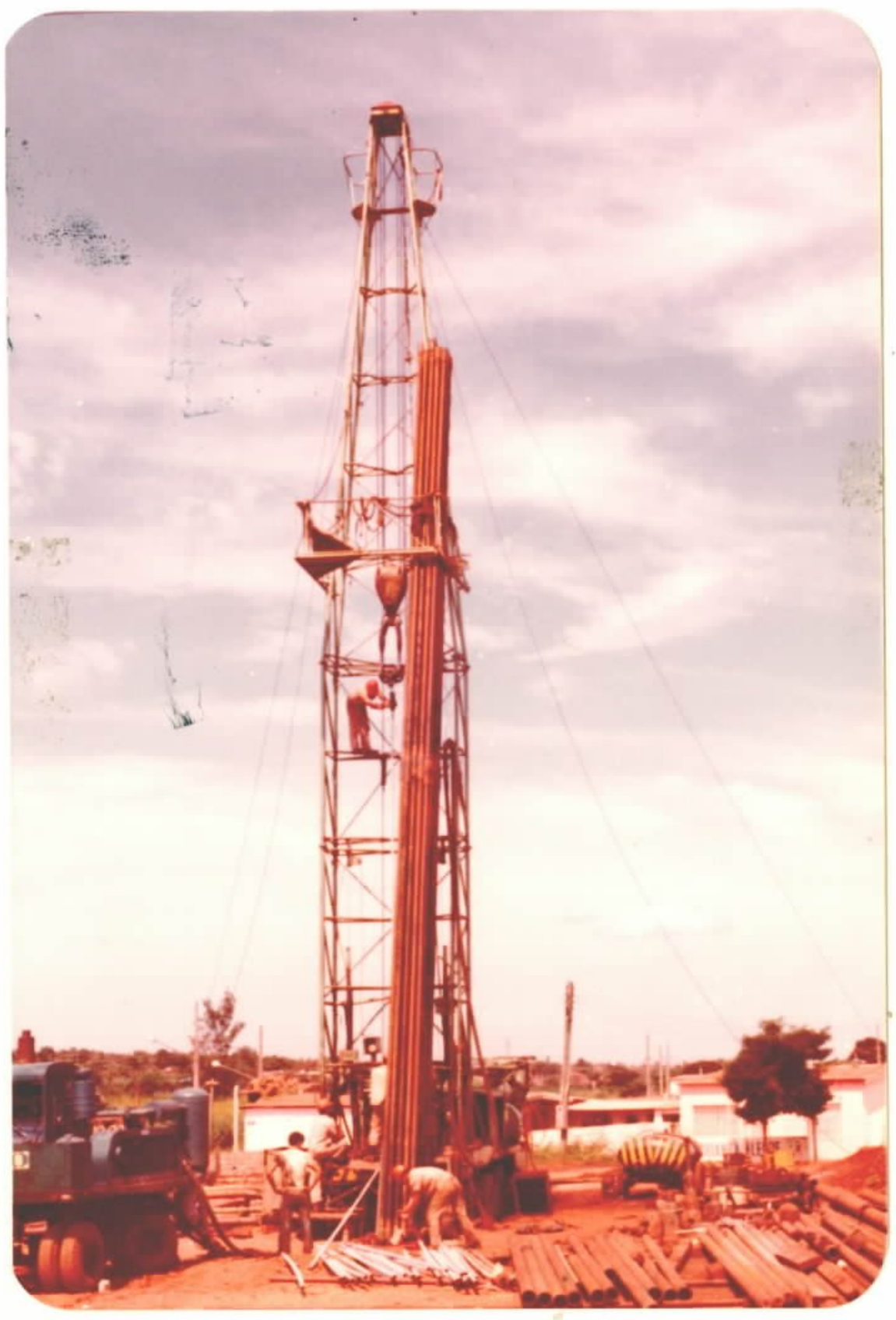
a) A utilização de água subterrânea para abastecimento de Campo Grande é viável, quer pela profundidade em que se encontra quer pela quantidade e principalmente devido á sua qualidade;

b) A existência de um nível pseudo-estático da Formação Botucatu (previsto aos 250m e encontrado aos 73m) constitui-se numa informação adicional àquela anteriormente prevista;

c) Correlacionando com dados de outros poços da região a parte superior do arenito é sub-saturada;

Foto 1 - Área da locação do poço 04-CG-01-MT, vista do viaduto Hélio Macedo. Ao fundo a vila Coafama, que deverá ser abastecida pela água ali produzida.

Foto 2 - Equipamento utilizado Sonda Failing - 2500.



CPRM

Foto 3

Foto 4

Fotos 3 e 4 - Aspecto do desenvolvimento com compressor antes de ser sanado o problema da entrada de areia. Nos primeiros 5 minutos, obtinha-se água limpa (foto 3) e logo em seguida, somente areia e ar, eram produzidos (foto 4).

CPRM

Foto 5 - Disco de borracha colado á disco metálico, que manteve isolada a entrada da rosca esquerda, na coluna de produção .

CPRM

PERFIL

Caliper

COMPANHIA C.P.R.M.

POÇO 04-CD-01-MT

MUNICIPIO CAMPO GRANDE/MT. — UF.

ESTADO CAMPO GRANDE - MT/GO

CAMPO VILA CORAYES, PROJETO CAMPO GRANDE

DADOS DO POÇO	
LOCALIZAÇÃO	
Coordenadas	
ALTITUDE	
Cota	
Nível	

DADOS DO INSTRUMENTO	
Marca ROCKY RIVERS	
Modelo 5000, Nº. 03	
Nº. de Patins ---- Valor ----	
Nº. da Sonda ----	
Comprimento 13,00m Diâm. 48	
Peso K (at) ----	
Tempo Marca ----	

DATA	27.1.1.9.8.8.
Hora	10:00:21
Prof. Perfur.	600,00m
Prof. Lateral	410,00m
Prof. Perfurada	600,00m
Revestimento de Fundo	41,00m
Revestimento Diâmetro	8,00m
Nível Estático	14,00m
Nível Dinâmico	24,00m
Diâmetro da Broca	12"-1/2(0) ; 7 1/2"-4(4) ; 11" = 4(0)
Fluido de Perfuração	a. 0,00 (Ø= 8,7(0) ; a. 24,00m ;
Nível do Fluido	—
Fluxo de Operação	13:00-hora
Observação	—
Operador C.P.R.M.	Antonio Sales
Assistente	Sérgio Luiz Mercurio

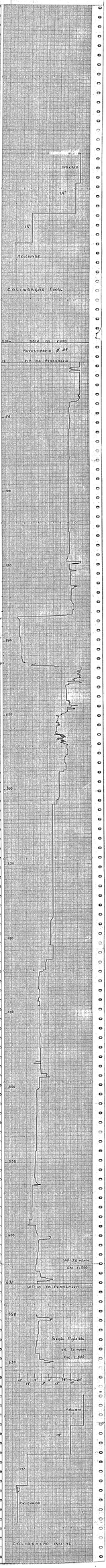
LAGE	CABEÇOTE Nº 1	CABEÇOTE Nº 2
Número	2031/1	
Posição		
Frequência	s. cP	s. cP
Sensitivity	s. cP	s. cP
Filter Low Pass	s. cP	s. cP
Hz		
Tempo de Corrida		
Tempo de Pulso		
Amplitude		
Amplitude de Referência		

DE	ATÉ	Vel. Ar. m/s	Vel. Ar. m/s
—	—	m	m/min
—	—	m	m/min
—	—	m	m/min
—	—	m	m/min

COTAS PERFS — 4414 a 420 e 572-10

OBSERVAÇÕES Impl. repetida de 520,00m A 590,00m

ESCALA DE PROFUNDIDADE 1:500



CPRM

PERFIL

DENSIDADE

COMPANHIA	C P R M
FURO	04 - CG - 01 - MS
MUNICIPIO	C. GRANDE
ESTADO	MS
DISTRITO	C. GRANDE
SETOR	
CAMPO	-
PROJETO	C. GRANDE

DADOS DO FURO

LOCALIZAÇÃO

Coordenadas

ALTITUDE

Cota

M. R.

DADOS DO EQUIPAMENTO

Marca M. SOPRIS

Modelo 5. 000 N.º 09

N.º do Padrão - Valor -

N.º da Sonda 08

Comprimento 1,30m Diâm 5,0cm

Fator K (Ar) - --

Tempo Morto ---- u seg

	DENSID.		
Data	16/10/78		
Origem Medida	SUPERF.		
Primeira Leitura	572,00 m.	-	
Última Leitura	1,20 m.		
Metragem Perfilada	570,80 m.		
Profundidade do Furo	570,00 m.		
Profundidade Alcançada	572,20 m.		
Prof. do Revestimento	19,00 m.		
Diâmetro do Revestimento	24"		
Diâmetro da Broca	24"- 19,00 m.	12 1"4"	286,0 m.
Diâmetro da Broca	9 7/8" - 570,00 m.		
Nível do Fluido	0,00 m.		
Tempo de Operação	04:00 hs		
Observador			
Observador CPRM	Jairo Leite		
OPERADOR	GILBERTO G. DOMINGO		

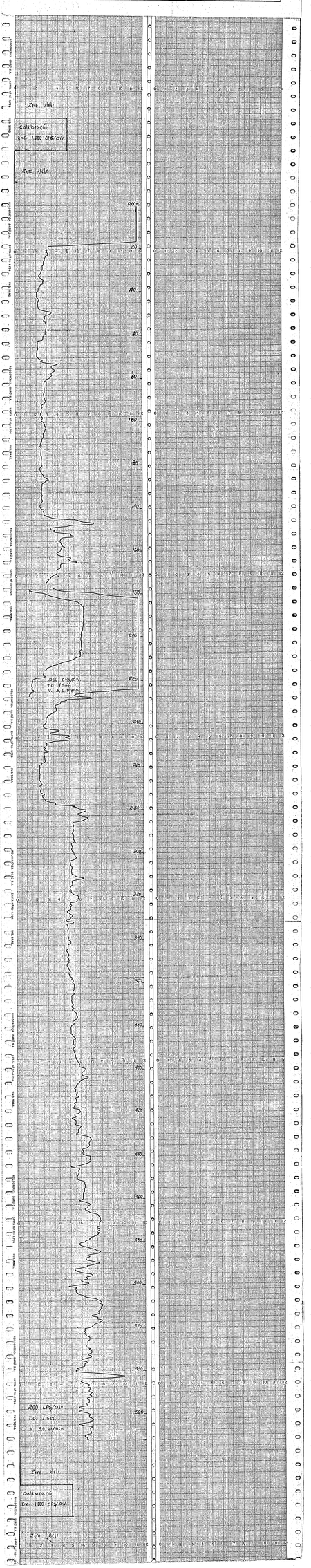
LAMA	CORRIDA N.º 1	CORRIDA N.º 2
Natureza	BENTONITA	
Densidade		
Viscosidade	a cP	a cP
Resistividade	a cP	a cP
Resistiv. no Fundo	a cP	a cP
pH		
Temp. de circul.		
Temp. do Fundo		

Escalas de Sensibilidade	DE	ATÉ	T.C. ou % PH	Velocidade de Registro
200 cps/div	572,00	1,20	1 SEG	5,0 m/min
500 cps/div	228,00	178,00	1 SEG	5,0 m/min
—		m		m/min
—		m		m/min
—		m		m/min

OUTROS PERFIS — GAMA R/SP e RESITIV. 16"

ESCALA DE PROFUNDIDADE 1:500

OBSERVAÇÕES:



CPRM

PERFIL A

GAMA R/SP RESISTIVIDADE 16"

COMPANHIA	C P R M
FURO	04 - CG - 01 - MS
MUNICIPIO	C. GRANDE
ESTADO	MS
DISTRITO	C. GRANDE
SETOR	
CAMPO	-
PROJETO	C. GRANDE

DADOS DO FURO

LOCALIZAÇÃO

Coordenadas

ALTITUDE

Cota

M. R.

DADOS DO EQUIPAMENTO

Marca M. SOPRIS

Modelo 5.000 N.º 09

N.º do Padrão Valor

N.º da Sonda 34

Comprimento 2,10m Diam. 3,05cm

Fator K (Ar) ----

Tempo Morto ---- u seg

	GAMA	RTC - SP	RTV- 16"
Data	16/10/78	16/10/78	16/10/78
Origem Medida	SUPERFÍCIE	"	"
Primeira Leitura	571,20 m.	571,80 m.	572,00 m.
Última Leitura	1,60 m.	18,00 m.	18,00 m.
Metragem Perfilada	569,60 m.	553,80 m.	554,00 m.
Profundidade do Furo	570,00 m.	"	"
Profundidade Alcançada	572,00 m.	"	"
Prof. do Revestimento	19,00 m.	"	"
Diâmetro do Revestimento	24"		
Diâmetro da Broca	24"-19,00 m. 12 1/4"- 286,00 m.		
Diâmetro da Broca	9 7/8"- 570,00 m.		
Nível do Fluido	0,00 m.	"	"
Tempo de Operação	05:00 hs	"	"
Observador			
Observador CPRM	Jairo Leite		
OPERADOR	GILBERTO F. DOMINGOS		

LAMA	CORRIDA N.º 1	CORRIDA N.º 2
Natureza	BENTONITA	
Densidade		
Viscosidade	a oF	a oF
Resistividade	a oF	a oF
Resistiv. no Fundo	a oF	a oF
pH		
Temp. de Circul.		
Temp. do Fundo		

Escalas de Sensibilidade	DE	ATÉ	T. C. ou % PE	Velocidade de Registro
5 cps/div.	571,20	1,60 m	1 seg	5,0 m/min
—		m		m/min
—		m		m/min
—		m		m/min
—		m		m/min

OUTROS PERFIS — DENSIDADE

ESCALA DE PROFUNDIDADE 1:500

OBSERVAÇÕES: