

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
CONTRATO 508 / DAD / 79
CIA. IGUAÇU DE CAFÉ SOLÚVEL - CPRM

PROJETO CORNÉLIO PROCÓPIO

POÇO 04 - CP - 01 - PR
RELATÓRIO PRELIMINAR



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISAS ?
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Abril 1980

296

CPRM - DIDOTE	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	1764
N.º de Volumes:	1 v: - S
Phl 010073	



Técnicos Responsáveis:

Eng. Wladimir Teixeira Madeira - Até Set/79
Geól. Jairo de Souza Leite - Até Dez/79

Equipe de Sondagem

Encarregado de Sondagem:

Miguel Reis Santiago

Sondadores: Eloy Manoel do Sacramento *

Francisco Isaque Batista *

Gabriel Francisco de Lima **

Luzardo Menege Melo **

Olavo Martins de Carvalho **

Pedro Barp Rodrigues **

* operaram durante todo o projeto

** operaram parte do projeto

Autor do Relatório Preliminar

Geólogo Honofre Jorge

Colaboração Especial:

Geól. Mario Nascimento Souza Filho

Eng. Hans Setz

Abril/80

DIVPES/SP

APRESENTAÇÃO

Este relatório preliminar tem o propósito de apresentar sucintamente as atividades desenvolvidas na execução do poço profundo de Cornélio Procópio, 04-CP-01-PR, para a Cia. Iguaçu de Café Solúvel, objeto do contrato 508/DAD/79. Assinado em 21 de março de 1979, tinha como plano de trabalho quatro alternativas de projeto.

A opção escolhida foi a de nº 01 e os trabalhos foram efetivamente iniciados no dia 08/03/1979.

Alterações substanciais, devidas as condições geológicas locais, alteraram o programa estabelecido motivo pelo qual o poço só pode ser completado em dezembro de 1979 e desenvolvido com compressor até 30.000 litros por hora em janeiro de 1980.

Programa Desenvolvido

Perfuração

Foi plenamente executada a seguinte seqüência estabelecida de operações:

- perfuração em \varnothing 26" de 0,00 metros até 7,17 metros.
- perfuração em \varnothing 12 1/4" de 7,17 metros até 250,00 metros.
- perfuração em \varnothing 9 7/8" de 250,00 metros até 979,00 metros.
- alargamento em \varnothing 17 1/2" de 7,17 metros até 170,00 metros.
- alargamento em \varnothing 14" de 806,00 metros até 945,80 metros.

Perfilagem Elétrica

A perfilagem elétrica foi realizada no dia 24 de agosto de 1979 por técnicos da CPRM fazendo uso do aparelho Mount-Sopris Modelo 5.000, nº 09.

PERFIS CORRIDOS

<u>Perfil</u>	<u>Intervalo</u>	<u>Esc. Horiz.</u>	<u>Esc. Vert</u>
Raios Gama	... 2,00 - 978,20m	5 CPS/DIV.	1:500
Resistência	... 13,00 - 978,80m	2 Ω /DIV.	1:500
Pot. Espontâneo	... 13,00 - 978,80m	5 MV/DIV.	1:500
Resistência 16"	... 13,00 - 979,00m	5 Ω /DIV.	1:500
Caliper	... 800,00 - 945,00m	1" /DIV.	1:500

METRAGEM PERFILADA

Raios Gama	976,00m
Resistência	965,80m
Pot. Espontâneo	965,80m
Resistividade 16"	966,00m
Caliper	145,00m

Interpretação

Todos os perfis apresentaram excelente padrão

de qualidade ressaltando nitidamente as diferentes litologias sedimentares perfuradas com suas variações faciológicas, bem como a sequência de derrames da lava basáltica.

Da superfície até o fundo do poço pode ser visto o seguinte perfil geológico (ANEXO 01):

- 0 - 806m: Formação Serra Geral, com sucessivos derrames de basalto.
- 806 - 881m: Formação Botucatu, arenitos avermelhados a cinza esbranquecidos, muito fino, bem selecionado, friável, com boa porosidade.
- 881 - 955m: Formação Pirambóia composta de arenito com matriz argilosa, intercalado por argilitos.
- 955 - 979m: Formação Rio do Rastro, composta de argilitos, siltitos cinza esverdeados.

O perfil caliper foi corrido logo após o término do alargamento do intervalo arenoso de interesse para água nas Formações Botucatu/Pirambóia e apresentou os seguintes diâmetros:

- 807m - 830m: 12 3/4"
- 830m - 880m: 13 1/8"
- 880m - 887m: 13 1/4"
- 887m - 902m: 13"
- 902m - 945m: 12 3/4"

Completção

Após a análise dos perfis foi feito o dimensionamento da coluna de completção e executada as seguintes operações:

- Descida do tubo de boca de Ø 24" e cimentação do espaço anular.
- Descida de revestimento de Ø 13 3/8" da superfície até

170,00m e cimentação do espaço anular.

- Descida do "LINER" de produção com ponta cega a 950,73 metros e assim distribuídos:

655,69m	655,94m	Rosca esquerda
655,94m	666,71m	Tubos de 6 1/2" OD
666,71m	673,27m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,3 mm de abertura.
673,27m	718,51m	Tubos de 6 1/2" OD
718,51m	725,08m	Filtros de 6 1/2" OD, 0,3 mm da abertura
725,08m	748,92m	Tubos de 6 1/2" OD
748,92m	755,50m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,3 mm de abertura
755,50m	784,83m	Tubos de 6 1/2" OD
784,83m	791,40m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5mm de abertura
791,40m	806,39m	Tubos de 6 1/2" OD
806,39m	826,09m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5 mm de abertura
826,09m	836,98m	Tubos de 6 1/2" OD
836,98m	856,70m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5 mm de abertura
856,70m	868,15m	Tubos de 6 1/2" OD
868,15m	881,26m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5 mm de abertura
881,26m	890,38m	Tubos de 6 1/2" OD
890,38m	896,95m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5 mm de abertura
896,95m	906,45m	Tubos de 6 1/2" OD
906,45m	913,01m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5 mm de abertura
913,01m	921,91m	Tubos de 6 1/2" OD
921,91m	935,01m	Filtros de 6 1/2" OD e 0,5 mm de abertura
935,01m	950,73m	Tubos de 6 1/2" OD

O encascalhamento foi feito de maneira rápida, transcorrendo normalmente, conforme o cronograma da DOWELL desde o início até o final. Ao todo foram injetados 420 sacos de areia.

Após a troca do fluido de completação por água, foi feita uma injeção de hexametáfosfato de sódio, e logo em seguida jateou-se a seção filtrante.

O desenvolvimento foi realizado com o compressor Le Roy, 250 psi e 460 cfm.

Em virtude da grande profundidade do nível estático (162m) e pelo fato do nível estático da Formação Botucatu, situar-se em torno dos 180m conforme estudos do DAEE, alcançou-se uma pequena vazão ou seja, 30.000 l/h, e, obtendo-se uma vazão específica em torno de $2\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$.

Em virtude do baixo rendimento do desenvolvimento com compressor e, na impossibilidade de usar-se de imediato uma bomba, capaz de conseguir maiores vazões, a CPRM propôs a tentativa de se alugar uma bomba de eixo prolongado, fabricação ESCO, com 220 metros de coluna.

Os entendimentos foram mantidos e a bomba foi instalada no poço, com o propósito de desenvolvê-lo e tentá-lo.

O bombeamento propriamente dito, foi iniciado no dia 13/03/80, às 11:30 horas.

Segundo critério da ESCO, através de seu responsável pelo teste na área, a menor velocidade do motor permitida foi de 1.550 RPM.

A explicação dada, era que abaixo dessa rotação, a coluna e a bomba vibrariam excessivamente comprometendo o equipamento.

Dessa maneira, obteve-se os seguintes resultados:

1ª - Fase = 1.550 RPM

11:45	-	89.000	l/h
12:00	-	85.000	l/h
12:20	-	91.000	l/h
12:30	-	91.000	l/h
12:35	-	92.000	l/h
13:00	-	95.000	l/h
13:25	-	95.000	l/h
13:40	-	97.000	l/h
14:00	-	98.000	l/h
14:05	-	100.000	l/h
14:20	-	90.000	l/h
14:35	-	97.000	l/h
14:50	-	96.000	l/h
15:05	-	96.000	l/h
15:15	-	92.000	l/h
15:25	-	90.000	l/h
15:35	-	91.000	l/h
15:50	-	90.000	l/h

Nesta fase houve a produção de \pm 8.000 litros de areia sem nenhum grão de pré-filtro.

Às 16:00 horas, aumentou-se a rotação do motor para 1.580 RPM, com os seguintes resultados:

16:12	-	95.000	l/h
16:35	-	95.000	l/h
16:50	-	93.000	l/h
17:05	-	93.000	l/h
17:25	-	92.000	l/h
18:25	-	98.000	l/h
18:55	-	98.000	l/h
19:50	-	98.000	l/h
20:20	-	100.000	l/h
20:50	-	100.000	l/h
21:50	-	99.000	l/h
22:00	-	99.000	l/h
22:30	-	100.000	l/h
23:30	-	100.000	l/h
00:00	-	99.000	l/h

00:30 - 100.000 l/h
01:00 - 99.000 l/h
01:30 - 100.000 l/h
02:00 - 99.000 l/h
02:30 - 98.000 l/h
03:00 - 98.000 l/h
03:30 - 98.000 l/h
04:00 - 97.000 l/h
04:30 - 95.000 l/h
05:00 - 95.000 l/h
05:30 - 95.000 l/h
06:00 - 93.000 l/h
06:30 - 93.000 l/h
07:00 - 92.000 l/h

Nesta 2ª fase houve também produção de areia, \pm 5.000 litros estando no final, a água limpa e transparente.

3ª - Fase = Às 07:30 horas, aumentou-se a rotação do motor para 1.640 RPM, com os seguintes resultados:

07:50 - 106.000 l/h
08:30 - 106.000 l/h
09:00 - 106.000 l/h - 34,5°C
09:30 - 106.000 l/h - 34,5°C
10:00 - 106.000 l/h - 34,5°C

A quantidade de areia produzida com esse acréscimo de vazão, foi muito pequena, o que levou a um novo aumento de vazão, através do aumento da rotação do motor

4ª - Fase = 1.750 RPM

10:20 - 133.000 l/h - 35°C
10:40 - 126.000 l/h - 35°C
11:05 - 126.000 l/h - 35°C
11:25 - 124.000 l/h - 35°C
12:05 - 124.000 l/h - 35°C

Como não houve incremento na produção de areia, nesse estágio a rotação do motor foi aumentada para 1.810 RPM.

5ª - Fase = 1.810 RPM

12:15 - 141.000 l/h - 35°C

13:50 - 137.000 l/h - 35°C

14:45 - 133.000 l/h - 35°C

Às 14:50 horas, aumentou-se a rotação para 1.885 RPM, que era a máxima permitida pelo motor.

15:00 - 150.000 l/h - 35,5°C

15:30 - 155.000 l/h - 36,0°C

16:00 - 141.000 l/h - 36,0°C

16:30 - 141.000 l/h - 36,0°C

17:00 - 140.000 l/h - 36,0°C

18:15 - 133.000 l/h - 36,0°C

18:30 - 140.000 l/h - 36,0°C

Às 18:35 horas, o motor sofreu uma aceleração repentina, a vazão diminuiu bruscamente, e após de 30 segundos, o operador da ESCO, achou por bem desligar o motor.

No dia seguinte, verificou-se que a embreagem tinha sofrido avarias e provavelmente um eixo havia quebrado.

Estimou-se em 16.000 litros de areia, o total produzido durante o teste.

CONCLUSÕES

1. - A temperatura da água produzida após 28 horas de bombeamento ininterrupto foi de 36°C, ou seja, aproximadamente 10°C menor que a calculada pelo grau geotérmico da bacia do Paraná.

Em vista do volume total produzido durante esse período aproximadamente 3.000 m³, comparado com 33 m³ de volume do poço, concluímos que houve contribuição considerável da água das fraturas do basalto.

2. - Antes, e mesmo durante a instalação da bomba, choveu copiosamente na região, podendo com isso justificar um volume adicional fornecido pelas fraturas do basalto.

3. - Não foi possível, devido as condições técnicas na ocasião, medir-se os níveis dinâmicos, nos vários estágios do teste de bombeamento. Tais valores poderiam não ser conclusivos, porém teriam auxiliado nas interpretações preliminares. O que sabemos até o momento é que mesmo produzindo 140.000 l/hora, o nível dinâmico nunca atingiu o crivo da bomba, situado a 223 metros de profundidade, uma vez que não entrou ar no equipamento durante o bombeamento. Isto conduz-nos a uma vazão específica de no mínimo 3 m³/h/m, o que é elevada em termos de basalto.

4. - Na realidade foi realizado um desenvolvimento adicional no poço, face a grande quantidade de areia produzida, o que inclusive ocasionou o desgaste excessivo e prematuro dos elementos da bomba, destruindo-a completamente. Por outro lado, por condições mecânicas não foi possível iniciar-se o "teste" a partir de 30.000 l/h conforme especificado.

5. - Considerando-se o valor de vazão específica obtido no desenvolvimento com o compressor, da ordem de $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e estimando-se que o nível estático do aquífero Botucatu confinado esteja realmente em torno de 180 metros, a temperatura teria que ter se aproximado dos $46 - 48^\circ\text{C}$ previstos.

Desta forma fica muito difícil explicar a vazão obtida de até 150.000 litros/h com a temperatura de 36°C durante 3 horas e meia contínuas.

A título de comparação informamos que o poço de Concórdia, no teste com bomba submersa produziu aproximadamente 90.000 litros/h, a uma temperatura de 32°C , com o aquífero Botucatu situado a 430 metros de profundidade em situação hidrogeológica muito similar a Cornélio Procópio.

6. - A cota do poço de Cornélio Procópio é de 586 metros aproximadamente. O nível estático é de 162 metros (Basalto + Botucatu) ou seja situa-se na cota 424 metros.

Se tomarmos por base a cota das Termas Água Quente teremos que para a superfície piezométrica 386 metros há uma jorrância de 250.000 litros/hora e uma temperatura de 31°C ; ou seja lá também existe contribuição do basalto.

Em todo caso, podemos afirmar que parte daquela água provém do aquífero Botucatu, que estaria desta forma com sua superfície piezométrica acima de 386 metros.

Supondo-se qualquer coisa em torno de 16 metros estaríamos com a superfície piezométrica Botucatu na cota 400 metros, conforme relatório do DAEE.

No poço 04-CP-01-PR teríamos então a seguinte situação:

N.E.: Basalto - cota 586 metros (162 metros de profundidade)

Vazão específica segundo desenvolvimento com compressor - 2 m^3
/h/m.

N.E.: Botucatu confinado - cota 400 (186 metros de profundidade).

Vazão específica estimada considerando o N.D. no crivo da bomba a 223 metros $\sim 3,00 \text{ m}^3$ /h/m.

7. - A excessiva quantidade de areia produzida não nos preocupou uma vez que houve e foi provada uma tendência decrescente do teor em função do tempo de bombeamento.

Quando o eixo da bomba quebrou a água produzida estava praticamente isenta de areia, cristalina.

Nestas condições qualquer bomba a ser instalada no poço poderá na partida produzir quantidades desprezíveis nos primeiros minutos, eliminando-se a seguir se a vazão for inferior ou igual a 140.000 litros/hora.

Para valores superiores a esse limite a vazão terá de ser rigorosamente controlada, com medidas a cada 15 minutos do teor de areia, com aparelhagem específica a fim de não danificar novamente o equipamento de bombeamento.

RECOMENDAÇÕES

1. - Teoricamente, o poço 04-CP-01-PR tem condições de extrair vazões acima de 150.000 litros/hora. Entretanto se faz necessário um bombeamento a vazão máxima, prolongado durante pelo menos 72 horas, com observações rigorosas do comportamento do nível dinâmico, temperatura e produção de areia, para eliminar-mos as possíveis dúvidas quanto a capacidade de fornecimento d'água proveniente das fraturas do basalto.

Após este bombeamento é recomendável um teste escalonado a fim de se determinar os parâmetros hidrodinâmicos e estabelecer as melhores condições para a produção d'água.

2. - A bomba submersa adquirida pela Cia. Iguaçu poderá ser instalada no poço aos 223 metros sem que haja problemas quando a capacidade de extração:

É possível que um bombeamento prolongado com esse tipo de equipamento identifique o volume explorável de água de fraturas do basalto, ou mesmo do aquífero Botucatu.

Recomenda-se ainda, que tanto com a bomba submersa ou com uma bomba de eixo prolongado iniciem-se o teste partindo-se da vazão de 60.000 l/h e aumentando progressivamente de acordo com a quantidade de areia produzida.

A N E X O S

ANEXO 01 - Perfil 1:500 - Gama, R, SP

ANEXO 02 - Dados Físicos das Atividades Mensais _

A N E X O - 01

Perfil 1:500 - Gama, R, SP

A N E X O - 02

Dados Físicos das Atividades Mensais.

ATIVIDADES MENSAIS

Data de início: 15:00 horas de 08/03/1980.

MARÇO

Perfurando em 26"	-	7,17m
Perfurando em 12 1/4"	-	34,10m
Tempo:		
Perfuração	-	324:10h.
D.T.M.	-	183:30h
Reparos	-	45:30h
Manutenção	-	9:40h
Revestindo tubo de boca	-	21:30h
Fazendo lama	-	2:50h
Manobrando	-	6:25h
Outros	-	6:25h
Horas de trabalho	-	600:00h
Horas de perfuração	-	424:10h
Metro/hora de trabalho	=	0,0887 (m/ht)
Metro/hora de perfuração	=	0,127 (m/hp)
Tricones usados:		
2 SWCJ 12 1/4" para perfurar		24,52m

ABRIL

Perfurando em 12 1/4"	-	33,03m
Perfurando em 9 7/8"	-	131,10m
Alargando para 12 1/4"	-	1,60m
Tempos:		
Perfurando em 12 1/4"	-	33,03m/303,25h
Perfurando em 9 7/8"	-	131,10m/225,35h
Alargando 9 7/8" p/ 12 1/4"	-	1,60m/12:00h
Manobrando	-	54:55h

Manutenção	- 22:30h
Reparos	- 39:20h
Repassando	- 11:40h
Pescaria	- 7:00h
Perfilando	- 8:30h
Circulando	- 6:40h
Fazendo lama	- 4:25h
Parada	- 24h
Horas de trabalho	- 696h
Horas de perfuração	- 166:13h
m/ht	= 0,24
m/hp	= 0,31
Tricones usados:	
SWCJ - 12 1/4"	- 4 - 42,30m
W4J - 9 7/8"	- 2 - 42,83m
JB - 9 7/8"	- 1 - 57,78m

MAIO

Perfurando em 12 1/4"	- 36,00 metros/80,30h
Perfurando em 9 7/8"	-201,98 metros/201,45h
Alargando de 9 7/8" / 12 1/4"- c/broca-	97,45m/198,35h
Alargando de 9 7/8"/12 1/4" c/rapidex	- 40,21m/39,50h
Reparando	- 44,15h
Manutenção	- 17,05h
Circulando	- 14,10h
Manobrando	- 72,00h
Conexão	- 13,00h
Condicionando lama	- 04,05h
Correndo cabo	- 06,45h
Reparando	- 52:00h
Horas de trabalho	= 744 horas (31 horas)
Horas de perfuração	= 237,98h
m/hp	= 0,84
m/ht	= 0,31

Tricones usados:

JB - 9 7/8" - 2 - 109,35m
 SWCJ - 12 1/4" - 1 - 36,00m

JUNHO

Perfurando em 9 7/8" = 359,16m/434,25h
 Reparando - 86:25h
 Manutenção - 18:50h
 Circulando - 27:35h
 Manobrando - 75:00h
 Condicionando lama - 19:45h
 Aguardando bomba de lama - 43:00h
 Tentando liberar ferramenta - 15:00h
 Horas de trabalho - 720:00h
 Horas de perfuração - 359:16h
 m/ht - 0,50
 m/hp - 0,83

Tricones gastos:

JB 9 7/8" - 5 - 483,82m

JULHO : ATIVIDADES NO MÊS

- 1) Ferramenta presa
- 2) Escariando, tentando liberar ferramenta, pescando, 308,5h - Feitos 2" back-off". Descido pescado de ponta. Peixe: pino e caixa.

Repassando - 41:20h
 Recondicionando lama - 06:20h
 Manutenção - 117:00h
 Manobrando - 161:00h
 Circulando - 117:00h
 Reparando - 65:30h
 Horas de trabalho - 720:00h

AGOSTO

Perfurando em diâmetro 9 7/8" - 174,86m/219h
 Alargando de 12 1/4" p/ 17 1/2" - 0,61m/27:30h.

Manutenção	- 55:30h
Manobras	- 116:30h
Reparos	- 204:30h
Recondicionando lama	- 12:00h
Fazendo conexão	- 4:00h
Circulando	- 26:00h
Aguardando bomba de lama	- 8:30h
Instalando bomba de lama	- 10:00h
Repassando	- 2:30h
Perfilando	- 40:00h
Limpando tanque de lama	- 2:00h
Preparando lama	- 6:00h
Substituindo lama de furo	- 9:00h
Fazendo teste de vazão	- 1:00h
Horas de trabalho	= 744h
Horas de perfuração	= 219h
m/ht	= 0,29
m/hp	= 0,80

Tricones usados:

M32J	- 9 7/8"	- 1	- 45,98m
OWJ	- 9 7/8"	- 2	- 128,88m

SETEMBRO: ATIVIDADES

Alargando 12 1/4" p/ 17 1/2"	- 57,54m/681,20h
Manobras	- 12:05h
Manutenção	- 24:10h
Recondicionando lama	- 03:15h
Fazendo conexão	- 03:50h
Reparos	- 15:20h
Repassando	- 04:00h
Horas de trabalho	= 744h
Horas de perfuração	= 681:20h
m/ht	= 0,77
m/hp	= 0,84

Tricones usados:
 W7R - 17 1/2" - 22,00m
 TM2J - 17 1/2" - 15,20m

OUTUBRO: ATIVIDADES

Alargamento de 12 1/4" p/ 17 1/2" = 81,43m
 Horas de trabalho = 720h
 Horas de perfuração = 559h
 m/ht = 0,11
 m/hp = 0,15

Tricones usados:

W7R - 17 1/2" - nº 3 - Produção: 11,17m
 OW-J - 17 1/2" - nº 1 - " : 6,15m
 Y-13-J- - 17 1/2" - nº 3 - " : 47,44m

NOVEMBRO: ATIVIDADES

Alargando de 12 1/4" p/17 1/2" = 23,25m
 Alargando de 9 7/8" p/14" = 100,65m

TEMPOS

Horas de trabalho - 696h
 Horas de perfuração - 182h
 Aguardando pega de cimento - 44h
 m/ht - 0,18
 m/hp - 0,68

Tricones usados:

Y-13-J - 17 1/2" - 16,67m
 Alargador Fm. Mo/z - 17 1/2" - 23,25m

- 1) Alargamento para 17 1/2" até 170,00m e cimentação de revestimento de 14" C.D.
- 2) Alargamento para 14" do intervalo arenoso = 806,00 - 906,65m.

DEZEMBRO: ATIVIDADES

Alargamento do poço de 9 7/8" p/14" na parte arenosa do



Botucatu - 39,15m com "Underreamer" de 9 7/8" p/14".

Completção do poço: descida do "LINER" de produção

Encascalhamento do Intervalo Aquífero

Desenvolvimento com Compressor

Tempos:

Horas de trabalho : 528 horas

Horas de Alargamento : 35 horas