

POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO DO AQUÍFERO BASÁLTICO CAMPO GRANDE-MS-BRASIL

Aldo da Cunha Rebouças*
Giancarlo Lastoria**

ABSTRACT

The geological context in the Campo Grande city area (300,000 inhabitants) is represented by the basalts of the Serra Geral Formation. Spread out in successive sheets over extensive areas (1,000,000 km²) they form an important source of water supply throughout large sections of the sedimentary Paraná basin (1,600,000 km²).

These volcanic materials range from almost two hundred meters thick in the Campo Grande city area, located near the west borders of the Paraná geological basin, to more than a thousand meters in thickness in many places.

Based on the characteristic curves of the tested wells, the average specific capacity is 0.8 m³/hour/meter. It means that it is possible to obtain 20-25 m³/h per well.

These resources should be used as a complementary source to supply domestic and industrial concerns and they cost less than one cruzeiros per cubic meter.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho compreende uma análise dos poços cadastrados na área urbana de Campo Grande (300.000 habitantes) - capital do Estado de Mato Grosso do Sul, num total de 51 poços. Vale ressaltar que 26 destes poços servem ao sistema de abastecimento público de água da SANESUL (Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul) e foram objeto de uma análise pela HIDROSERVICE - Eng.Proj.Ltda., no âmbito do Plano Diretor de Saneamento. Os restantes pertencem a particulares diversos.

A integração destes dados permitem uma avaliação da capacidade dos poços, base para a caracterização dos alcances dos recursos subterrâneos dos basaltos na problemática atual e futura do abastecimento da região metropolitana de Campo Grande.

Temos a agradecer a SANESUL e a HIDROSERVICE pela utilização dos dados referentes aos poços do sistema de abastecimento público e as em presas de perfuração de Campo Grande pela gentil colaboração prestada na fase de levantamento dos dados sobre os poços em geral.

QUADRO HIDROGEOLÓGICO

A análise do contexto geológico, com base nos documentos disponíveis e observações de campo, revela que, a fisiografia de Campo Gran

de foi esculpida em rochas basálticas pertencentes à Formação Serra Geral. Este tipo de rocha faz parte da sequência estratigráfica da Bacia do Paraná, em cuja borda oeste localiza-se a cidade de Campo Grande.

Os derrames basálticos deram-se através de um grande número de extravasamentos, formando várias camadas superpostas, com lentes de arenitos intercaladas, por vêzes.

* Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo

** Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul - SANESUL

A extensão total do pacote basáltico atinge 720.000 km² e com espessura máxima conhecida de 1.500 m, em território brasileiro.

Em Campo Grande, o poço da Petrobrás (CG-1-MT), cota de 505,9m, e o Poço I e II da SANESUL, cotas de 524 e 550m, atravessaram espessuras de rochas basálticas de 145, 260 e 175 m respectivamente. No Poço I e II e em pelo menos mais cinco poços (Planalto I, II, Guanandy III, Coophamat e Bonança) registrou-se intercalação de arenitos, em profundidades de 165, 145, 107, 113 e 135m, respectivamente.

As melhores possibilidades hidrogeológicas dos basaltos estão ligadas às zonas de contato interderrames, fraturamentos horizontais e verticais.

Os dados disponíveis indicam que o maior número de entradas de água situa-se no intervalo entre 20 e 80m de profundidade. Vale ressaltar que as fraturas verticais põem em comunicação as discontinuidades horizontais e favorecem os processos de erosão, condicionando o desenvolvimento da rede hidrográfica local. Estes aspectos são, aliás, bem visíveis na análise estereoscópica de fotografias aéreas.

As intercomunicações verticais entre as discontinuidades horizontais são bem documentadas, também, pela ocorrência, em geral, de água em condições de aquífero livre, com níveis estáticos situados entre 2 e 38m de profundidade, em função da posição topográfica do poço e/ou grau de fraturamento. Quando um trecho correspondente a uma importante discontinuidade horizontal acha-se encerrado entre camadas de basalto não fraturado, aparece água sob pressão. Esse fenômeno tem, contudo, vida efêmera, indicando o caráter limitado do confinamento.

A rocha basáltica aflora, com frequência, no fundo dos vales, sendo recoberta por uma camada de rocha alterada e/ou restos de coberturas sedimentares nos domínios mais elevados do relevo. Estas superfícies apresentam feições típicas de seus substratos: testemunhos tabulares, mesas e formas afins. A espessura do recobrimento pode atingir até 30m. O contato entre o manto de recobrimento superficial e a rocha fresca, constitui, via de regra, a mais importante entrada d'água.

Quando o poço atravessa parcelas de rochas pouco fraturadas e/ou com manto de intemperismo pouco espesso, a vazão é baixa, isto é, de 1 a 2 m³/h e até mesmo nula. Ao contrário, quando o poço atravessa discontinuidades verticais e horizontais importantes pode-se obter vazão de até várias dezenas de metros cúbicos por hora.

Os fluxos subterrâneos das águas armazenadas nas zonas aquíferas dos terrenos basálticos fluem naturalmente dos domínios mais realçados do relevo para as depressões, alimentando a rede de drenagem superficial. No contato manto de recobrimento rocha fresca é comum aparecerem fontes e ressurgências difusas. Na fig. 1 apresentamos perfil tipos dos poços.

CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS CADASTRADOS

Os 51 poços cadastrados na área metropolitana de Campo Grande, cujos dados característicos apresentamos nos quadros 1 e 2, exploram as zonas aquíferas dos basaltos. Conforme estes dados, as profundidades dos poços variam entre 82 e 200 m; média geral de 131,8m, sendo que 53% tem profundidade superior a este valor.

Os níveis estáticos variam de 0,70 a 38m com um valor médio de 14m, sendo que 51% apresentam NE inferior a média. As vazões obtidas pelos testes das firmas perfuradoras são muito variáveis, como era de se esperar de aquíferos deste tipo. Os valores ficam situados entre 51 e 56 m³/h, com uma média de 24,2 m³/h, sendo 53% inferiores a este valor. Vale salientar que os valores mais elevados correspondem, em geral às capacidades das bombas utilizadas nos testes.

Em termos de vazão específica, isto é, a vazão obtida por metro de rebaixamento de nível d'água dentro do poço, a média é de 0,89 m³/h/m, isto é, uma vazão média de 24,2 m³/h para um rebaixamento médio de 27,1m. Esta produtividade é superior àquela obtida no âmbito da Bacia do Paranã. Com efeito, num total de 473 poços, sendo 220 situados no Estado de São Paulo e os restantes nos Estados do Paranã, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, obtem-se uma vazão específica de 0,7m³/h/m. REBOUÇAS (1978).

Os poços são perfurados, em geral, em diâmetros compreendidos entre 8 e 10 polegadas e recebem revestimento de 6 e 8 polegadas até profundidades de 10 a 50m. Este se destina a evitar o desmoronamento da camada de rocha alterada superficial e ou restos de recobrimento sedimentar. Este revestimento oferece uma proteção sanitária precária contra as infiltrações superficiais, devido a falta, em geral, de uma cimentação do espaço anelar.

A parte do poço perfurada em rocha, geralmente fraturada e acusando entradas d'água à diferentes níveis, não recebe filtros ou revestimento.

AValiação dos Poços

Conforme os dados dos quadros 1 e 2, os poços foram perfurados durante a última década.

Os poços que pertencem a empresa de saneamento (Regional de Campo Grande da SANESUL) foram submetidos a testes de produção durante o ano de 1979, ocasião em que foram instalados os novos equipamentos de exploração, quadro 3.

A análise dos resultados então obtidos, revela que a vazão média foi de 25 m³/h para um rebaixamento de apenas 16,3m, ou seja, uma vazão específica de 1,75 m³/h/m.

Houve, portanto, relativamente aos resultados consignados nos quadros 1 e 2, um nítido aumento de eficiência, em termos de vazão específica, de praticamente o dobro.

Observa-se também, que houve uma pequena melhoria dos níveis estático e dinâmico com o tempo, fruto certamente de uma progressiva desobstrução das entradas d'água.

Tendo em vista melhor caracterizar a capacidade real dos poços, testes de bombeamento foram realizados em poços selecionados.

A seleção foi feita, em função, basicamente, das possibilidades de interrupção do fornecimento de água por um período mínimo de oito horas.

Os trabalhos obedeceram a seguinte sistemática:

- a) as 18 horas do dia anterior ao teste, a bomba do poço selecionado foi paralisada anotando-se o seu nível dinâmico.
- b) no dia seguinte, após se completarem os preparativos necessários ao teste, foi medido o nível de recuperação atingido.
- c) Procedeu-se o teste escalonado com vazões crescentes. Ao se verificar a estabilização, aumentava-se a vazão, mediante abertura do registro de descarga, e repetiu-se a sequência de medidas de nível e descarga em três períodos sucessivos.

Vale salientar que a paralização inicial, a partir das 18 horas, nem sempre foi possível. Por pressão da população as bombas tiveram que ser ligadas durante a noite, assim como alguns testes tiveram que ser interrompidos. A falta de tubo piloto para descida do medidor de nível gerou algumas dificuldades de leitura de nível, face a ocorrência de cachoeiras d'água mais superiores, ou devido ao bloqueio do medidor. Outra dificuldade encontrada diz respeito ao funcionamento dos registros de descarga. Alguns não fechavam ou não abriam completamente e desta forma não possibilitavam a obtenção de vazões convenientemente escalonadas.

Na interpretação dos testes utilizou-se o princípio da curva característica. Chama-se "curva característica" de um poço a relação gráfica entre a vazão e o correspondente rebaixamento do nível d'água dentro do poço bombeado.

Conforme se demonstra, com base nos estudos realizados por Dupuit (1863), a vazão é função do rebaixamento e da espessura aquífera captada e se exprime pela relação.

$$Q = C (2H-h)h = 2CHh - Ch^2$$

onde:

Q = vazão (m³/s)

H = espessura aquífera captada (m)

h = rebaixamento de nível correspondente (m)

C = constante

A expressão é uma função parabólica de 2º grau da forma geral $y = ax^2 - abx$. As variáveis (x) e (y) representam, respectivamente, o rebaixamento e a vazão e (a) e (b), isto é, C e H, as constantes.

A análise da curva característica permite distinguir duas partes: um primeiro setor correspondente aos pequenos rebaixamentos (h) em relação a espessura aquífera captada (H). Os rebaixamentos sendo negligenciáveis, a fórmula geral $Q = C(2H-h)h$ pode ser escrita como $Q = C2Hh$ que é a equação de uma reta. Este fato é confirmado pela experiência. Efetivamente, quando os rebaixamentos são fracos, o início do gráfico rebaixamento-vazão é uma reta ou uma curva de convexidade pouco pronunciada.

Para rebaixamentos importantes, a inclinação da curva aumenta consideravelmente e a relação rebaixamento-vazão diminui rapidamente. Neste setor, um pequeno acréscimo de vazão provoca um incremento considerável de rebaixamento. Existe, portanto, um ponto A da curva, a partir do qual o incremento do rebaixamento é desproporcional em relação com o aumento de vazão: este é o ponto crítico.

A vazão crítica ou vazão máxima e o rebaixamento correspondente são dados pelas coordenadas do ponto crítico.

Nos gráficos rebaixamento-vazão da fig. 2, construídos com os dados obtidos nos testes dos poços selecionados, verifica-se com clareza a posição do ponto crítico no caso dos poços PT - 7,8,9,20 e 21. Nos poços PT - 3,6 e 18 os pontos críticos não foram aparentemente atingidos.

Contudo, a vazão também é função da espessura aquífera captada. Assim considerando-se as condições hidrogeológicas de aquífero livre com espessura saturada de 80m, isto é, intervalo entre 20 e 100m, na maioria dos casos, pode-se avaliar o rendimento máximo. Com efeito, considerando que, com um rebaixamento de nível de cerca de 50% daquele intervalo já se obtém cerca de 90% da capacidade máxima do poço, podemos inferir as vazões dos poços PT - 3, 6 e 18.

Os resultados obtidos são apresentados no quadro 4.

Os poços teriam, portanto, condições de serem explorados de forma mais racional, se fossem sistematicamente avaliados segundo esta metodologia.

Vale ressaltar que, a exploração de vazões situadas além do ponto crítico engendram rebaixamentos muito fortes, com sensível aumento da coluna de recalque, e conseqüentemente, incremento no consumo de energia e baixa eficiência das bombas.

ALCANCE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS BASALTOS

Os dados do quadro 4 referentes aos resultados dos testes feitos nos poços selecionados indicam uma vazão específica média de $0,8 \text{ m}^3/\text{h/m}$, ou seja uma vazão média de $19,5 \text{ m}^3/\text{h}$ para um rebaixamento médio de $24,5 \text{ m}$. Estes valores sendo os mais representativos da produtividade do aquífero nos levam a considerar como viável esperar uma vazão de $25 \text{ m}^3/\text{h}$ por poço que explore as zonas aquíferas dos basaltos, dentro dos limites de rebaixamento permitidos pelas condições hidrogeológicas em contradições na área.

Nestes termos, pode-se concluir que os basaltos tem condições de constituir uma fonte complementar do sistema de abastecimento público de água. Pelas suas potencialidades médias prestam-se ao abastecimento de consumo domésticos e industriais situados fora do alcance técnico ou econômico da rede de distribuição de água ou como reforço para atendimento de picos da demanda.

Os poços deveria ser perfurados em diâmetros de 12 a 10 polegadas até atingir a rocha e 8 polegadas até profundidades de 100 a 150 m, em função das posições topográficas ou características de fraturamento das rochas no ponto da captação. Após perfurados deverião receber revestimento de 8 polegadas até a profundidade de aproximadamente 20 - 30 metros, em função da espessura do material desmoronante superficial. O espaço anelar deverá receber cimentação e ser construído um selo de proteção sanitária.

Um poço deste tipo custa atualmente cerca de 810.000 cruzeiros, inclusive a bomba e instalações elétricas.

Uma avaliação financeira do empreendimento, considerando-se uma vida útil de 20 anos para o poço e instalações elétricas e 7 anos para as bombas, despesas de manutenção anual de 1% e 2% dos custos do poço e das bombas, respectivamente e juros de 10% a.a, indica que o custo de produção do metro cúbico é de apenas 0,8 cruzeiros, ou seja, cerca de 1/7 do preço cobrado dos usuários do sistema de abastecimento.

CONCLUSÕES

As análises realizadas indicam que a exploração racional das águas subterrâneas acumuladas nas zonas aquíferas das rochas basálticas da região metropolitana de Campo Grande constitui uma alternativa de grande alcance social e econômico.

As vazões médias exploráveis de $20 \text{ a } 25 \text{ m}^3/\text{h}$ para níveis dinâmicos de 40-50m prestam-se ao abastecimento de demandas domésticas ou industriais situadas nas zonas fora do alcance técnico ou econômico das redes de distribuição, ou como complemento para atendimento de picos de demanda.

Os custos de produção do m^3 de água liberado na boca do poço possibilitam a recuperação dos investimentos num prazo muito curto, isto é, menos de um ano.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL - Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul - SANESUL e HIDROSERVICE Eng. Proj. Ltda. (1980). Sistema de abastecimento de água de Campo Grande - Estudos Hidrogeológicos e Análise dos Poços Existentes. 34p. ilustr. fotos e anexos.

REBOUÇAS, A. C. - (1978) - Potencialidades Hidrogeológicas dos Basal -
tos da Bacia Sedimentar do Paraná. Anais do XXX Congresso Bra
sileiro de Geologia, V.6, p. 2963 - 2979. Fig. Tab. Recife.

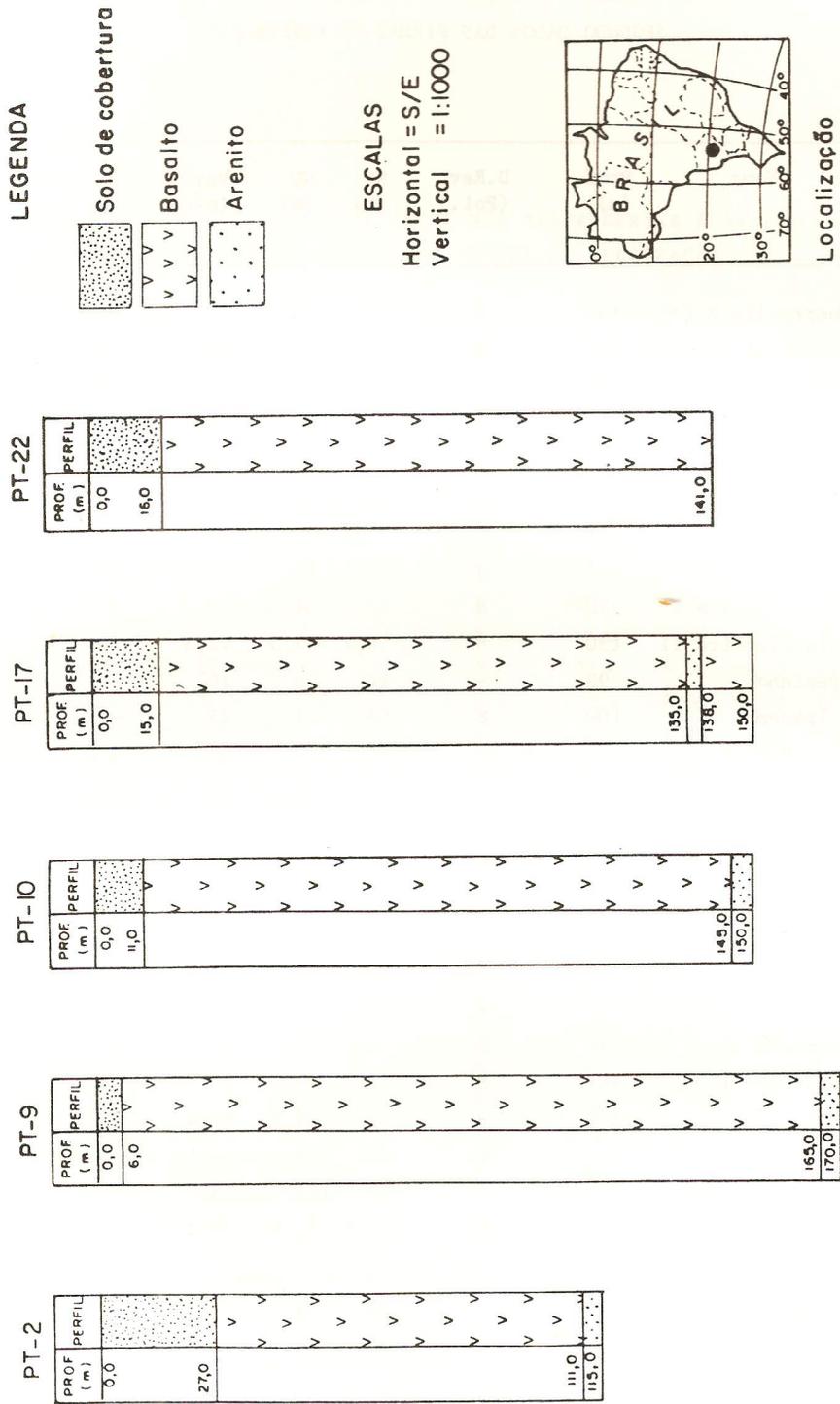


Fig. 1 - PERFIS TÍPICOS DOS POÇOS
(fonte: Hidroservice/Sanesul)

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS DE SANESUL EM CAMPO GRANDE
SEGUNDO DADOS DAS FIRMAS DE PERFURAÇÃO

Poço nº	Nome	Prof. (m)	D.Rev. (Po1.)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m ³ /h)	Ano Perf. 19..
PT-01	Coophavila I (*)	158	6	80	90	15	74
PT-02	Coophamat	115	8	37,5	43,5	28,3	76
PT-03	J.Monte Claro	195	6	19	50	5	73
PT-04	Coophemat I	133	6	27	60	7,5	73
PT-05	Coophemat II	114	6	12,8	18,9	25,8	78
PT-06	J.Monte Verde	111	7	12	80	20	75
PT-07	Coophasul I	132	8	17,6	42	39,8	77
PT-08	Coophasul II	162	8	18	83	22,8	76
PT-09	Vila Planalto I	170	8	27	54	23	-
PT-10	Vila Planalto II	150	8	9,7	33,3	42,3	78
PT-11	Ipezinho	98	-	14	36	20	-
PT-12	J.Ipanema	100	8	16	25	25	-
PT-13	Cid. Morena	-	-	-	-	-	-
PT-14	Ventura	-	8	-	-	14	-
PT-15	Lar Trabalhador	149	6	-	-	-	-
PT-16	L.Petrópolis	135	6	-	-	-	-
PT-17	Vila Bonança	150	8	6,3	49	34,4	77
PT-18	J.Guarandy I	158	6	14	25	36	-
PT-19	Coophoradio	120	8	12,7	13,7	34,5	76
PT-20	Coophafê I	-	-	-	-	-	-
PT-21	Coophafê II	94	8	-	-	-	-
PT-22	Guanandy II	141	8	5	67,7	19,5	79
PT-23	Santa Fê	200	8	38	49,9	18,4	78
PT-24	Bancário I	154	6	21	86	5,6	71
PT-25	Bancário II(*)	180	6	30	114	5	76
PT-26	Guanandy III	115	8	6,5	23,6	22,5	79
Valores Médios		138		17	43	24	

QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS NÃO PERTENCENTES À SANESUL, EM GRANDE SEGUNDO DADOS DAS FIRMAS DE PERFURAÇÃO.

Nº	LOCALIZAÇÃO	Ø REVEST (POL.)	PROF. (m.)	N.E. (m.)	N.D. (m.)	VAZÃO (m ³ /h)	ANO PERFUR.
1	BANCO BRASIL(SAIDA P/ CUIABÁ)	6	122,0	11,00	40,89	14,4	80
2	SANATÓRIO SÃO JULIÃO	8	180,0	6,80	42,00	40,0	79
3	VILA NASSER	8	145,0	20,70	33,00	16,0	79
4	COOPHAVILA II (POÇO 1)	8	200,0	30,00	110,00	18,0	77
5	COOPHAVILA II (POÇO 2)	8	116,0	7,50	19,50	56,0	77
6	COOPHAVILA II (POÇO 3)	8	95,0	6,00	63,00	44,0	77
7	TELEMAT (JARDIM MTE.CARLO)	6	150,0	8,00	50,00	25,0	77
8	ESTAÇÃO RODOVIÁRIA	6	142,0	1,00	90,00	30,0	77
9	MOTEL BODOQUENA	6	120,0	6,00	30,00	32,0	76
10	ANDORINHA S.A.(GARAGEM)	6	105,0	9,00	20,0	26,0	76
11	ESCOLA MARIA ELISA	8	150,0	5,60	54,66	5,1	76
12	HOSPITAL VETERINÁRIO UFMS	6	150,0	0,70	10,00	20,0	76
13	SANTA CASA	6	120,0	11,00	40,00	54,0	76
14	MATEL-FRIGORÍFICO	6	115,0	13,00	36,00	26,0	76
15	SERRARIA PONTA PORÃ	6	130,0	38,00	53,00	8,0	75
16	HIDROSOMAT LTDA	6	82,0	12,00	15,00	24,0	75
17	POSTO (KM.1 DA BR 163)	6	100,0	18,00	30,00	18,0	75
18	POSTO BODOQUE	6	100,0	-7,00	35,00	25,0	75
19	FRIGORÍFICO CAMPO GRANDE	6	150,0	13,00	40,00	12,0	75
20	CERPA - LAGO DO AMOR	6	128,0	5,00	7,00	24,0	74
21	COPAGAZ (ENGARRAFADORA)	6	115,0	3,00	42,00	20,0	74
22	TRANSPAN (GARAGEM)	6	100,0	8,00	30,00	20,0	74
23	POSTO ELDORADO	6	90,0	7,00	35,00	15,0	73
24	HOTEL CAMPO GRANDE	6	125,0	9,00	21,00	23,0	73
25	CAIADO PNEUS	6	110,0	19,00	35,00	15,0	72
	MÉDIA	-	125,6	11,00	39,30	24,4	-

QUADRO 3 - AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS CAPTAÇÕES SEGUNDO TESTES DA REGIONAL
DE CAMPO GRANDE

Poço nº	Nome	NE (m)	ND (m)	Vazão m ³ /h	Hm (m)	Liga (m ³)	Data Inst.	Bomba Tipo-HP
01	Coophavila I(*)	-	105,0	8,0			5/79	Sub.12
02	Coophamat	41,0	48,0	22,0	76	Res. 150	5/79	Sub.11
03	J.Monte Carlo	9,0	22,0	18,0	60	Res. 25	6/79	Sub.11
04	Coophemat I	-	-	-	-	-	-	-
05	Coophemat II	15,0	21,0	30,0	-	Res. 45	5/79	Sub.11
06	J.Monte Verde	12,0	22,0	18,0	110	Res. 38	5/79	Sub.12
07	Coophasul I	18,0	39,0	37,0	117	Res. 200	5/79	Sub.20
08	Coophasul II	28,0	78,0	36,0	122	Res. PT7	5/79	Sub.18
09	Planalto I	33,0	74,0	18,0	100	Res. 130	8/79	Sub.18
10	Planalto II	9,7	33,0	42,0	-	Rede	8/79	Sub.20
11	Ipesinho	10,0	22,0	20,0		Res. 20	11/79	Sub. 9
12	Ipanema	-	32,0	25,5	-	Res. 50	6/79	Sub.12
13	Cidade Morena	12,7	17,0	27,0	50	Res. 50	6/79	Sub. 9
14	Ventura	-	11,0	14,0	-	Res. 130	6/79	Sub.10
15	Lar.Trabalhador	4,5	23,0	25,0	-	Res. 57	2/79	Sub.10
16	J.Petrópolis	2,0	9,0	36,0	-	Res. 100	5/79	Comp10
17	Bonança	8,0	16,0	44,0		Res. 150	5/79	Sub.20
18	Guanandy I					Res. 100	-	Sub.12
19	Coopharadio					-	-	Sub.10
20	Coophafé I	11,0	35,0	15,4	-	Res. 150	2/79	Sub.18
21	Coophafé II	6,3	24,3	16,8		Res.PT20	5/79	Sub.16
22	Guanandy II			-	-	Res.PT18	-	-
23	Santa Fé	-	-	-	-	-	-	-
24	Bancário I	-	-	5,0	-	Res. 25	-	Sub.12
25	Bancário II	-	-	-	-	Res.PT24	-	-
26	Guanandy III	-	-	-	-	Res.PT18	-	-
Valores Médios		14,7	31	25				

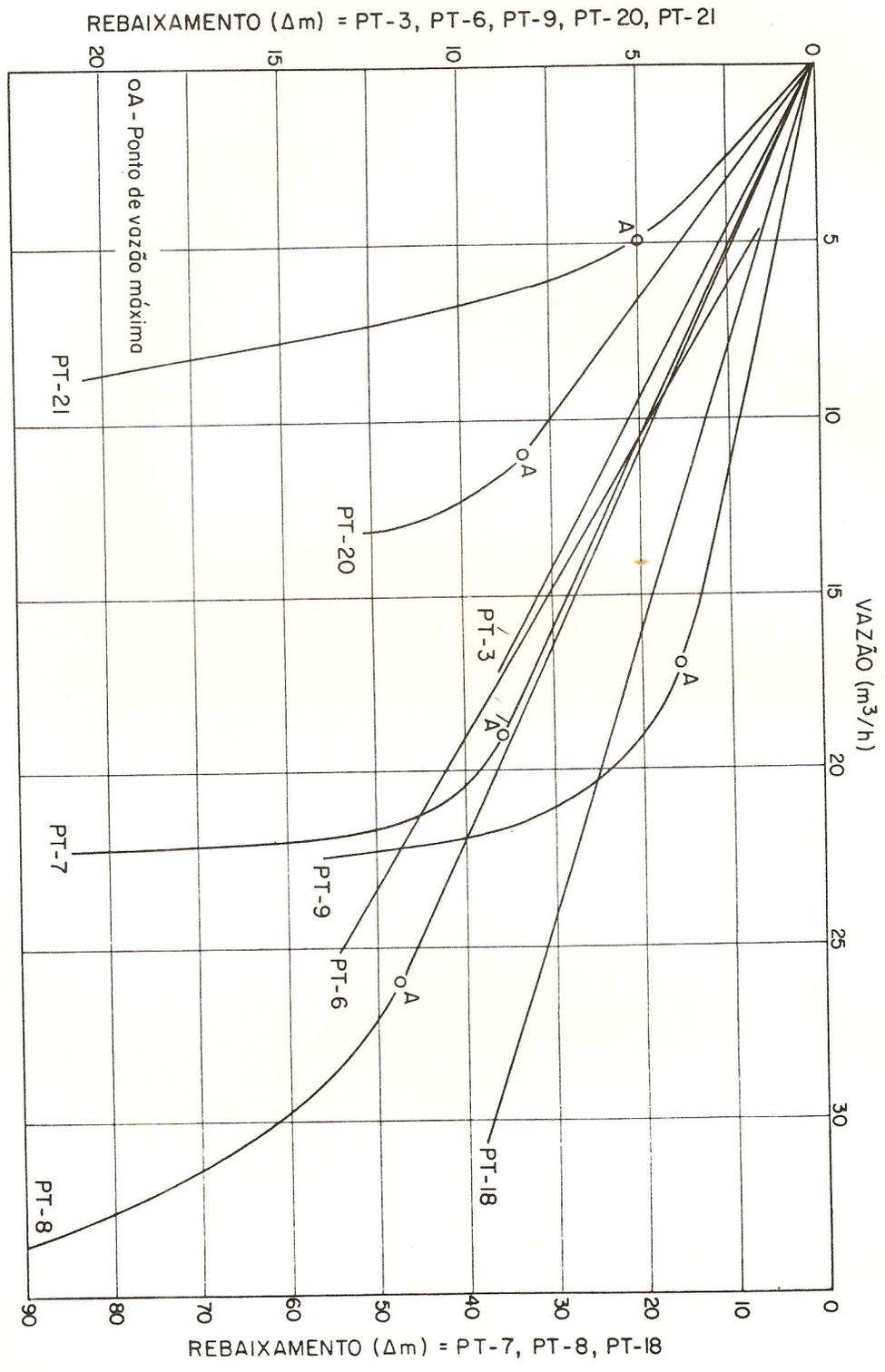


Fig. 2 - CURVAS CARACTERISTICAS DOS POÇOS TESTADOS

QUADRO 4 - RESULTADOS DOS TESTES REALIZADOS

POÇO Nº	NOME	NE (m)	Q máx (m ³ /h)	Rebaix. (m)	ND (m)
PT-03	Monte Carlo	11,23	29	21	32
PT-06	Monte Verde	12,71	26	38	50
PT-07	Coophasul I	20,50	19	36	56
PT-08	Coophasul II	20,18	26	48	68
PT-09	Planalto I	28,25	17	4	32
PT-18	Guanandy	13,93	25	36	50
PT-20	Coophafé I	7,28	11	8	15
PT-21	Coophafé II	12,20	5	5	17
Valores Médios		15,78	19,75	24,5	40