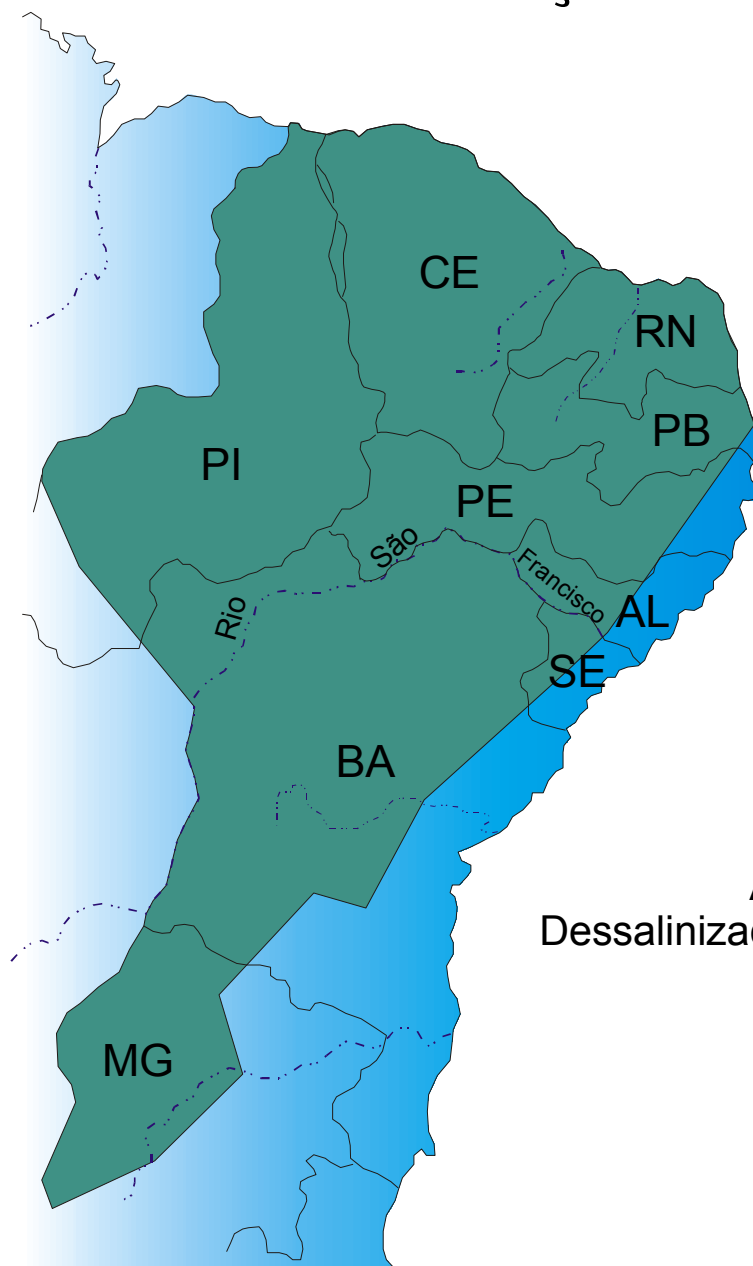


# AÇÕES EMERGENCIAIS DE COMBATE AOS EFEITOS DAS SECAS

## Execução de Testes de Bombeamento em Poços Tubulares



## Manual Prático de Orientação

Programa de  
Perfuração, Instalação,  
Recuperação de Poços e  
Aplicação de Técnicas de  
Dessalinização de Água Subterrânea

---

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Raimundo Mendes de Brito**  
Ministro de Estado

**SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA**

**Otto Bittencourt Netto**  
Secretário

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS**

**Carlos Oití Berbert**  
Diretor-Presidente

**Antonio Juarez Milmann Martins**  
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

**Augusto Wagner Padilha Martins**  
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

**Gil Pereira de Souza Azevedo**  
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

**José de Sampaio Portela Nunes**  
Diretor de Administração e Finanças

**Frederico Cláudio Peixinho**  
Chefe do Departamento de Hidrologia

**Humberto José T. R. de Albuquerque**  
Chefe Divisão de Hidrogeologia e Exploração

**Clodionor Carvalho de Araújo**  
Chefe da Residência de Fortaleza

---

**PROGRAMA AÇÕES EMERGENCIAIS  
DE COMBATE AOS EFEITOS DAS SECAS**

**EXECUÇÃO DE TESTES DE  
BOMBEAMENTO EM POÇOS TUBULARES  
MANUAL PRÁTICO DE ORIENTAÇÃO**

ELABORAÇÃO

*FERNANDO A. C. FEITOSA*  
GEÓLOGO – CPRM / FORTALEZA

*WALDIR DUARTE COSTA FILHO*  
GEÓLOGO – CPRM / RECIFE



*EM CONVÊNIO COM A  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO  
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS  
E DA AMAZÔNIA LEGAL*

AGOSTO / 1998

## INTRODUÇÃO

Os testes de bombeamento representam, sem nenhuma dúvida, a forma de mais fácil aplicação e maior garantia em seus resultados, que é usada tradicionalmente para a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos e para a verificação da qualidade da construção das obras de captação de água subterrânea, além de ser a ferramenta indispensável para a determinação de vazões de exploração de poços.

Um teste de bombeamento é uma operação que consiste no bombeamento de um poço durante um certo intervalo de tempo e o registro da evolução dos rebaixamentos em função do tempo.

Embora com uma maior gama de aplicações e com metodologias sofisticadas de execução e interpretação, dentro deste **programa emergencial** os testes de bombeamento deverão ser realizados através de uma metodologia simplificada, com o objetivo específico de orientar a determinação de uma vazão referencial para a instalação do poço.

O objetivo deste manual é orientar, de forma clara, a execução destes testes e propor um método prático para a determinação desta vazão referencial. Salientamos, entretanto, que as metodologias aqui apresentadas, tanto para a execução quanto para a determinação de vazão, são extremamente simplistas, fugindo a um rigor técnico normalmente utilizado pelos especialistas do setor, e **devem ser adotadas apenas para este programa emergencial**, com o objetivo bem definido de permitir a sua viabilização.

Os interessados pelo tema, que desejam um conhecimento mais aprofundado, podem recorrer à bibliografia especializada citada no final deste texto.

## CONCEITOS BÁSICOS

As variáveis envolvidas no bombeamento de um poço e que devem ser monitoradas são as seguintes:

- **Vazão de Bombeamento (Q)**
  - **Rebaixamento do Nível da Água dentro do Poço (s)**
  - **Tempo (t)**
- 
- ✓ A vazão de bombeamento é o volume de água por unidade de tempo extraído do poço por um equipamento de bombeamento;
  - ✓ Rebaixamento do nível da água dentro do poço é a distância entre o nível estático (NE) e o nível dinâmico (ND);
  - ✓ Nível estático (NE) é a distância da superfície do terreno ao nível da água dentro do poço antes de iniciar o bombeamento;

- ✓ Nível dinâmico (ND) é a distância entre a superfície do terreno e o nível da água dentro do poço após o início do bombeamento;
- ✓ A variável Tempo é o tempo decorrido a partir do início do bombeamento.

A figura 1, a seguir, ilustra claramente estas variáveis.

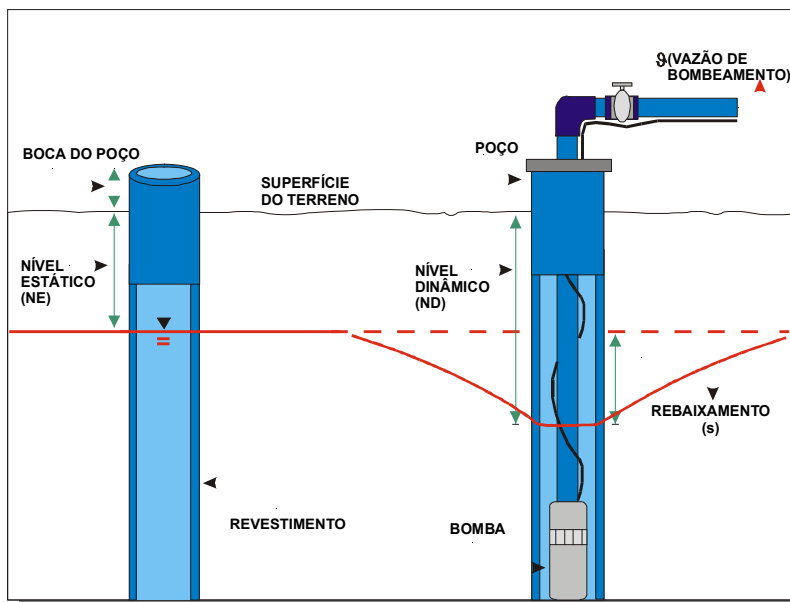


Figura 1 – Variáveis de um teste de bombeamento

## METODOLOGIA PROPOSTA

Na execução dos testes de bombeamento serão individualizados dois grandes grupos de rochas: **Rochas Cristalinas** e **Rochas Sedimentares**.

- **Rochas Cristalinas**

- ✓ Os testes em rochas cristalinas deverão ser executados através de um **bombeamento contínuo** por um período de, no mínimo, **12 horas**, independente da estabilização dos níveis;
- ✓ Após o término do bombeamento é aconselhável o **registro da recuperação** dos níveis por um período de **6 horas**.
- ✓ A vazão inicial do teste deve ser avaliada ao final da perfuração, durante a etapa de limpeza/desenvolvimento do poço, para não exceder a sua potencialidade e mascarar os resultados do teste.

- **Rochas Sedimentares**

- ✓ Os testes em rochas sedimentares deverão ser executados através de um **bombeamento contínuo** por um período de, no mínimo, **24 horas**, ou até a **completa estabilização dos níveis**, que só ocorre com freqüência em poços captando aquíferos rasos (dunas, aluviões, coberturas) próximos a massas de água superficial.
- ✓ Após o término do bombeamento é aconselhável o registro da recuperação dos níveis por um período de **12 horas**.
- ✓ A vazão inicial do teste deve ser avaliada ao final da perfuração, durante a etapa de limpeza/desenvolvimento do poço.

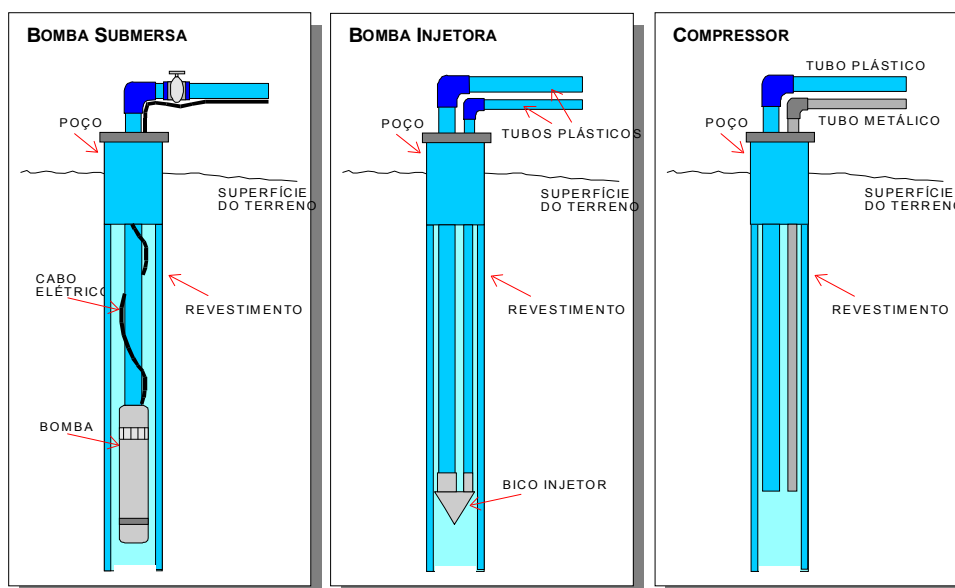
## EQUIPAMENTO PROPOSTO PARA BOMBEAMENTO

- **Rochas Cristalinas**

- ✓ Os testes em rochas cristalinas devem ser executados com bombas (submersa ou injetora) ou compressor de ar, conforme ilustrado na figura 2.

- **Rochas Sedimentares**

- ✓ Os testes em rochas sedimentares deverão ser executados com bombas (submersa ou injetora) podendo ser aceito compressor de ar, se devidamente dimensionado para a vazão do poço e com a utilização de um injetor adequado.



**Figura 2 – Equipamentos de bombeamento**

## EQUIPAMENTO PROPOSTO PARA BOMBEAMENTO

### • Rochas Cristalinas

- ✓ Em geral as vazões de poços no cristalino são baixas, logo pode-se indicar o método volumétrico como um meio prático e rápido para o registro das vazões. Entretanto é aconselhável utilizar os seguintes referenciais para evitar erros de avaliação acima de 5%;

- Vazões até  $3,6 \text{ m}^3/\text{h}$  - Volume mínimo do recipiente = 20 L
- Vazões entre  $3,6$  e  $36,0 \text{ m}^3/\text{h}$  – Volume mínimo do recipiente = 200 L

### • Rochas Sedimentares

- ✓ Nos testes de bombeamento em rochas sedimentares pode-se também utilizar o método volumétrico, conforme indicação anterior, porém é aconselhável a utilização de um dispositivo mais preciso (escoador de orifício circular), principalmente para vazões acima de  $36,0 \text{ m}^3/\text{h}$ .

A figura 3 ilustra os dispositivos mencionados para a medição de vazão.

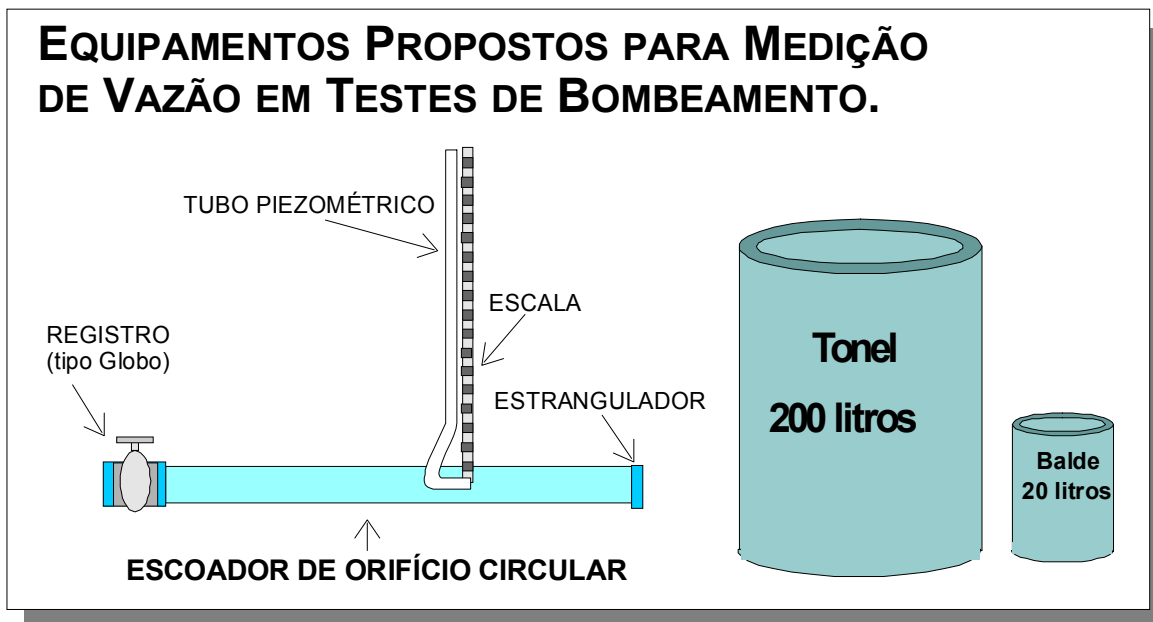
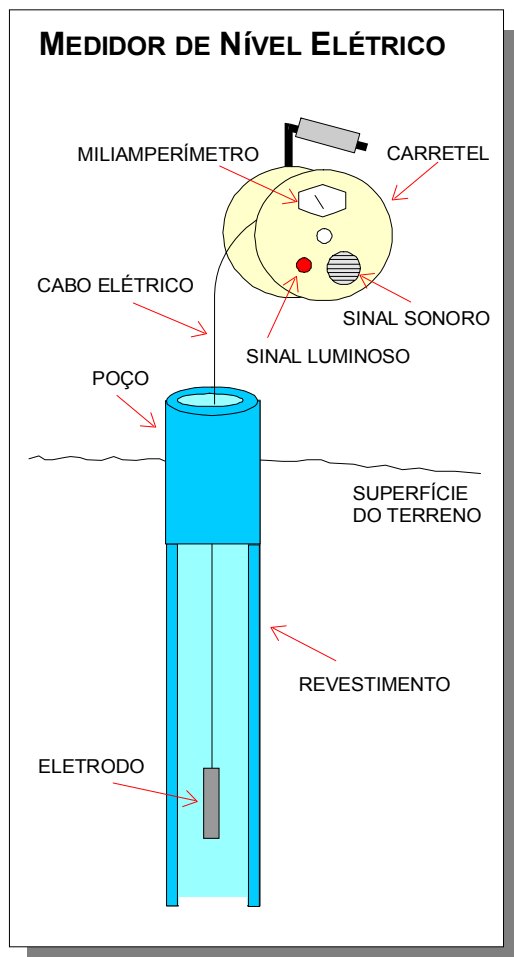


Figura 3 – Dispositivos para medição de vazão

## EQUIPAMENTO PARA MEDIÇÃO DOS NÍVEIS

Os níveis da água dentro do poço devem ser medidos através do medidor de nível elétrico. Esse dispositivo consiste basicamente de um cabo elétrico ligado a uma fonte, tendo na outra extremidade um eletrodo que, ao tocar na superfície da água, fecha o circuito e aciona um alarme sonoro ou luminoso. A figura 4 ilustra um medidor de nível elétrico e sua forma de operação.



**Figura 4** – Medidor de nível elétrico

## EQUIPAMENTO PARA MEDIÇÃO DO TEMPO

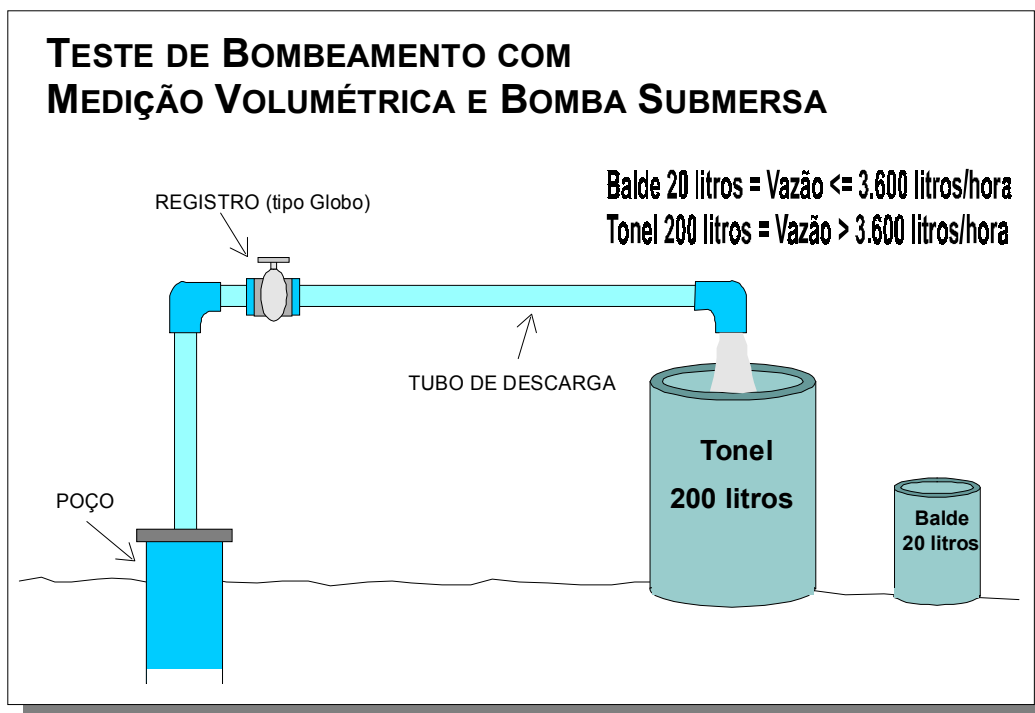
É aconselhável a utilização de cronômetro no início do teste, principalmente enquanto as medidas estiverem espaçadas de 1 minuto. Quando as medidas estiverem com espaçamento superior a 5 minutos é aceitável a utilização de um relógio comum. Os mais indicados são do tipo digital.



## NORMAS E PROCEDIMENTOS

- ✓ A equipe operacional para a execução do teste deve ser constituída, no mínimo, por duas pessoas. Uma para fazer a medida de vazão e a outra para realizar o acompanhamento dos níveis dinâmicos.
- ✓ É recomendável o aferimento do cabo do medidor de nível a cada novo teste para corrigir prováveis distorções em função da dilatação do fio.
- ✓ É recomendável realizar, antes do teste, um bombeamento inicial por 1 ou 2 horas, o qual tem as seguintes finalidades:
  - Definição da vazão do teste;
  - Definição do local de descarga da água bombeada. Muitas vezes é necessário canalizar a água bombeada para uma distância segura, para que não ocorra infiltração local promovendo o retorno da água bombeada ao aquífero e mascarando o resultado do teste.
- ✓ Ao final de cada teste deverá ser coletada uma amostra de água e enviada imediatamente ao laboratório para a realização de análise físico-química completa.

A seguir, nas figuras 5, 6 e 7, serão apresentados alguns exemplos mostrando a operação de um teste de bombeamento com diferentes alternativas de equipamento de bombeamento e dispositivo de medição de vazão;



**Figura 5 – Bomba submersa e método volumétrico**

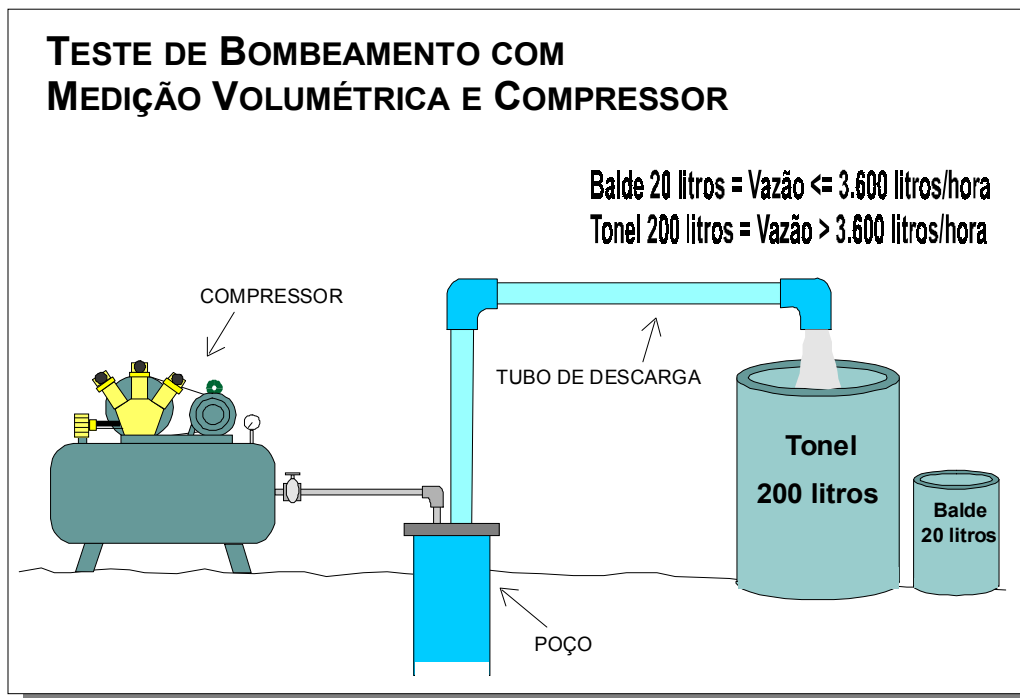


Figura 6 – Compressor e método volumétrico

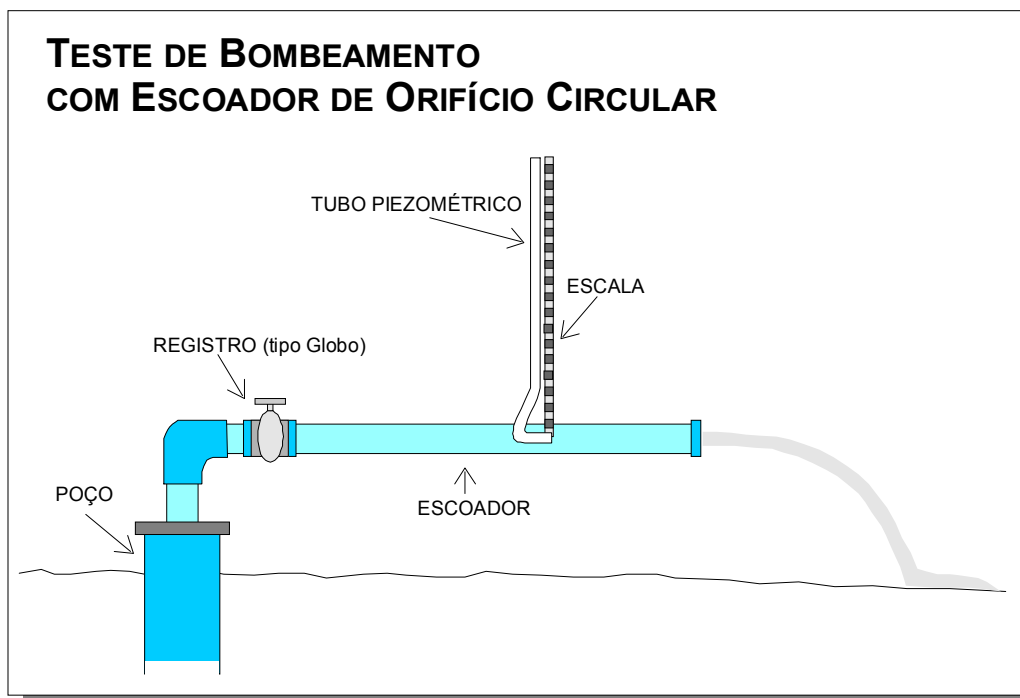


Figura 7 – Bomba submersa e escoador de orifício circular

## REGISTRO DOS DADOS

Os dados de acompanhamento da variação do nível da água em função do tempo e a vazão de bombeamento devem ser registrados nas fichas apresentadas nas tabelas 1 (teste de bombeamento em rochas cristalinas) e 2 (teste de bombeamento em rochas sedimentares).

## DIRETRIZES PARA PREENCHIMENTO DAS FICHAS

### DADOS GERAIS DO TESTE:

- Poço Bombeado: preencher com a nomenclatura do poço que está sendo bombeado, ou seja, a referência ou nome do poço;
- Prof. (m): é a profundidade do poço, quer seja informada ou já conhecida;
- Raio (m): é o raio do poço em metros, por exemplo: 4 polegadas  $\approx$  10 centímetros = 0,10 metros;
- Local: localidade onde localiza-se o poço;
- Município/UF: município e estado onde localiza-se o poço;
- Aquífero: é o tipo de aquífero, sedimentar, aluvial, fissural (rochas cristalinas) ou cárstico (rochas calcárias). Colocar nome do aquífero quando possível;
- Executor: é o nome do executor (empresa pública ou privada) do teste de bombeamento;
- Crivo da Bomba (m): profundidade do crivo da bomba em relação à superfície;
- FP: profundidade da fenda mais produtora em metros, ou seja, distância da superfície do terreno até a posição da fratura de maior produtividade;
- Boca do poço (m): é a distância entre a superfície do terreno e o limite do tubo de revestimento acima do solo;
- Q (m<sup>3</sup>/h): é a vazão final do teste de bombeamento;
- Mét. Med. Vazão: é o método de medida de vazão (método volumétrico, escoador de orifício circular, outro);
- NE (m): é o nível estático em metros, antes do início do teste de bombeamento, ou seja, a profundidade da água no poço antes do início do bombeamento;
- ND (m): é o nível dinâmico em metros ao final do bombeamento, ou seja, a profundidade da água dentro do poço no último instante de bombeamento;
- Tempo Bomb. (min): é o tempo de duração do teste de bombeamento;
- Data de Início: data do início do teste (dia, mês e ano);
- Data de Término: data do final do teste (dia, mês e ano);
- Rebaix. Total (m): é o rebaixamento final do teste, ou seja, quanto o poço rebaixou ao final do bombeamento;

**TABELA 1**  
**FICHA PARA TESTES DE BOMBEAMENTO – ROCHAS CRISTALINAS**

Poço Bombeado:	Prof. (m):	Raio (m):
Local:	Munic./UF:	Aquífero:
Executor:	Crivo Bomba (m):	FP (m):
Boca do Poço (m):	Q (m <sup>3</sup> /h):	Mét. Med. Vazão:
NE (m):	ND (m):	Tempo Bomb. (min):
Data de Início:	Data de Término:	Rebaix. Total (m):

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	ND (m)	Sw (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	t' (min)	ND (m)	Sw (m)	tb/t' + 1
	1				1			
	2				2			
	3				3			
	4				4			
	5				5			
	6				6			
	8				8			
	10				10			
	12				12			
	15				15			
	20				20			
	25				25			
	30				30			
	40				40			
	50				50			
	60				60			
	70				70			
	80				80			
	100				100			
	120				120			
	150				150			
	180				180			
	240				240			
	300				300			
	360				360			
	420							
	480							
	540							
	600							
	660							
	720							

**OBSERVAÇÕES:**

**TABELA 2**  
**FICHA PARA TESTES DE BOMBEAMENTO – ROCHAS SEDIMENTARES**

Poço Bombeado:	Prof. (m):	Raio (m):
Local:	Munic./UF:	
Executor:	Crivo Bomba (m):	Aqüífero:
Boca do Poço (m):	Q (m <sup>3</sup> /h):	Mét. Med. Vazão:
NE (m):	ND (m):	Tempo Bomb. (min):
Data de Início:	Data de Término:	Rebaix. Total (m):

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	ND (m)	Sw (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	t' (min)	ND (m)	Sw (m)	tb/t' + 1
	1				1			
	2				2			
	3				3			
	4				4			
	5				5			
	6				6			
	8				8			
	10				10			
	12				12			
	15				15			
	20				20			
	25				25			
	30				30			
	40				40			
	50				50			
	60				60			
	70				70			
	80				80			
	100				100			
	120				120			
	150				150			
	180				180			
	240				240			
	300				300			
	360				360			
	420				420			
	480				480			
	540				540			
	600				600			
	660				660			
	720				720			
	780							
	840							
	960							
	1080							
	1200							
	1320							
	1440							

**OBSERVAÇÕES:**

### **REBAIXAMENTO:**

- **HORA**: hora exata do início do teste de bombeamento;
- **T (min)**: é o tempo em minutos em que será feita a medição do rebaixamento após o início do bombeamento. Recomenda-se usar os tempos sugeridos na ficha de bombeamento;
- **ND (m)**: é o nível dinâmico, ou seja a profundidade da água dentro do poço naquele tempo, em relação à superfície;
- **s<sub>w</sub> (m)**: é o rebaixamento do nível da água (ND – NE) naquele determinado tempo;
- **Q (m<sup>3</sup>/h)**: é a vazão medida naquele determinado tempo de bombeamento;

### **RECUPERAÇÃO:**

- **t' (min)**: é o tempo decorrido após o encerramento do bombeamento do poço;
- **ND (m)**: é o nível dinâmico quando o poço começa a recuperar o seu nível da água, ou seja, a profundidade do nível da água naquele tempo, em relação à superfície;
- **s<sub>w</sub> (m)**: é o rebaixamento do nível da água (ND – NE) naquele determinado tempo;
- **tb/t'+1**: é o tempo de bombeamento final dividido pelo tempo medido na recuperação mais um, para plotar no mesmo gráfico do rebaixamento os valores determinados na recuperação;

### **OBSERVAÇÕES:**

- Anotar todas as informações julgadas pertinentes, como: problemas no equipamento de bombeamento durante o teste, falta de energia elétrica, altura do referencial onde foram feitas as medidas etc.

## **DEFINIÇÃO DE UMA VAZÃO PARA INSTALAÇÃO DO POÇO**

### **Conceitos Básicos**

- **Vazão Específica**

Vazão específica é a razão entre vazão de bombeamento (Q) e o rebaixamento (s) produzido no poço em função do bombeamento, para um determinado tempo.

$$\text{Vazão Específica} = Q_{\text{esp}} = \frac{\text{Vazão}}{\text{Rebaixamento}} = \frac{Q}{s} \quad (1)$$

- **Rebaixamento disponível**

Rebaixamento disponível é o máximo que se pode rebaixar num poço sem que o mesmo sofra riscos de colapso, ou seja, o nível dinâmico ultrapasse o crivo da bomba. Não existe uma fórmula definitiva para o dimensionamento do rebaixamento disponível, porém pode-se sugerir como referencial as seguintes formulações:

- **Rochas Cristalinas**

$$RD = 0,6 (FP - NE) \quad (2)$$

Onde:

RD = Rebaixamento disponível

FP = Profundidade da fenda mais produtora

NE = Profundidade do nível estático

- **Rochas Sedimentares**

$$RD = 0,6 (PC - NE) \quad (3)$$

Onde:

RD = Rebaixamento disponível

PC = Profundidade do crivo da bomba ou injetor

NE = Profundidade do nível estático

Obs: O crivo da bomba deve ser instalado, considerando-se o sentido ascendente, acima da última seção de filtros.

- **Vazão Referencial para Rochas Cristalinas**

A vazão referencial para instalação de poços em rochas cristalinas será dada pelo produto da vazão específica (Qesp) para o tempo de 12 horas e o rebaixamento disponível (RD).

$$\text{Rochas Cristalinas} \Rightarrow Q = Q_{\text{esp}} (12 \text{ horas}) \times RD \quad (4)$$

- **Vazão Referencial para Rochas Sedimentares**

A vazão referencial para instalação de poços em rochas sedimentares será dada pelo produto da vazão específica (Qesp) para o tempo de 24 horas e o rebaixamento disponível (RD).

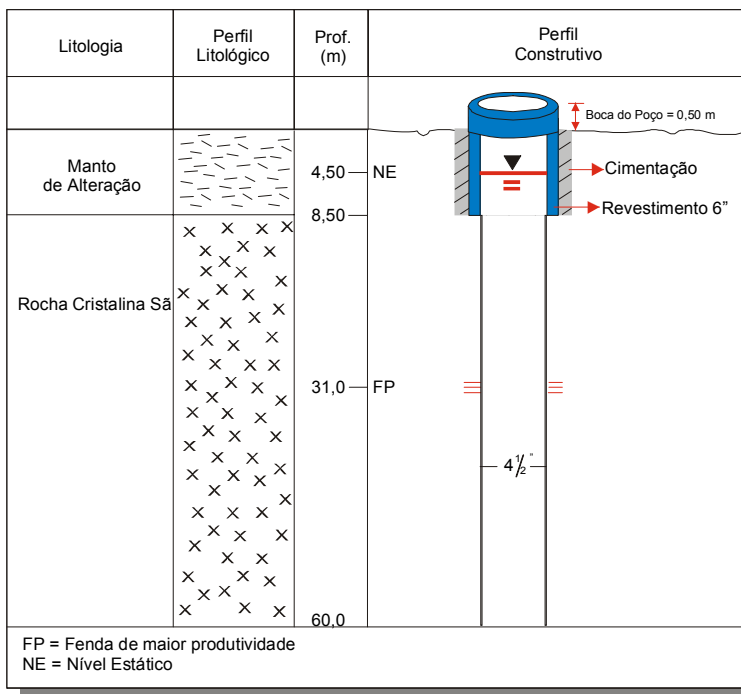
$$\text{Rochas Sedimentares} \Rightarrow Q = Q_{\text{esp}} (24 \text{ horas}) \times RD \quad (5)$$

## EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

- **Rochas Cristalinas**

Foi perfurado um poço em rochas cristalinas na região semi-árida do Nordeste com uma profundidade de 60 metros, conforme ilustrado na figura 8, realizado um teste de bombeamento com 12 horas de duração e registrada a evolução da recuperação durante 6 horas. Na tabela 3 são apresentados os resultados do teste e os equipamentos utilizados foram os seguintes:

Bombeamento – Compressor de ar  
Medição da Vazão – Tambor de 200 L  
Medição dos Níveis – Medidor de nível elétrico  
Medição do tempo – Relógio digital



**Figura 8** – Poço tubular em rocha cristalina

Para a determinação de uma vazão referencial para a instalação do poço deve-se adotar o seguinte procedimento:

1. Determinar a vazão específica para 12 horas de bombeamento

A vazão específica é dada pela razão entre a vazão de bombeamento para 12 horas (tabela 3) e o rebaixamento produzido no poço em função do bombeamento para o tempo de 12 horas, ou seja, 720 minutos (tabela 3), logo:

$$\text{Vazão Específica}_{12\text{Horas}} = \frac{\text{Vazão}_{12\text{Horas}}}{\text{Rebaixamento}_{12\text{Horas}}} = \frac{2,4 \text{ m}^3 / \text{h}}{26,02 \text{ m}}$$

**Vazão Específica** 12 Horas = 0,092 m<sup>3</sup>/h/m



**TABELA 3**  
**EXEMPLO DE APLICAÇÃO – ROCHAS CRISTALINAS**

<b>Poço Bombeado:</b> Monte Alegre	<b>Prof. (m):</b> 60,0	<b>Raio (m):</b> 0,0508
<b>Local:</b> Monte Alegre (*)	<b>Munic./UF:</b> Santa Maria / CE (*)	<b>Aqüífero:</b> Fissural
<b>Executor:</b> HidroGrupo S.A. (*)	<b>Crivo Bomba (m):</b> 55,0	<b>FP (m):</b> 31,0
<b>Altura da Boca (m):</b> 0,50	<b>Q (m<sup>3</sup>/h):</b> 2,4	<b>Mét. Med. Vazão:</b> Volumétrico
<b>NE (m):</b> 4,50	<b>ND (m):</b> 30,33	<b>Tempo Bomb. (min):</b> 720
<b>Data de Início:</b> 27/07/98	<b>Data de Término:</b> 27/07/98	<b>Rebaix. Total (m):</b> 26,02

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	ND (m)	Sw (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	t' (min)	ND (m)	Sw (m)	tb/t' + 1
7:01	1	5,80	1,30	4,0	1	29,43	24,93	721
7:02	2	6,42	1,92	4,0	2	28,70	24,20	361
7:03	3	7,12	2,62	4,0	3	27,10	22,60	241
7:04	4	7,98	3,48	3,9	4	26,29	21,79	181
7:05	5	8,51	4,01	3,9	5	25,46	20,96	145
7:06	6	9,12	4,62	3,9	6	24,70	20,20	121
7:08	8	10,01	5,51	3,9	8	23,81	19,31	91
7:10	10	10,95	6,45	3,9	10	22,59	18,09	73
7:12	12	11,70	7,20	3,8	12	21,67	17,17	61
7:15	15	12,39	7,89	3,8	15	20,59	16,09	49
7:20	20	13,14	8,64	3,8	20	19,43	14,93	37
7:25	25	14,01	9,51	3,7	25	18,56	14,06	29,8
7:30	30	14,93	10,43	3,7	30	17,79	13,29	25
7:40	40	15,69	11,19	3,7	40	16,99	12,49	19
7:50	50	16,44	11,94	3,6	50	16,05	11,55	15,4
8:00	60	17,22	12,72	3,6	60	15,38	10,88	13
8:10	70	18,12	13,62	3,5	70	14,75	10,25	11,3
8:20	80	19,01	14,51	3,5	80	14,10	9,60	10
8:40	100	19,99	15,49	3,4	100	13,63	9,13	8,2
9:00	120	20,75	16,25	3,3	120	13,01	8,51	7
9:30	150	21,93	17,43	3,3	150	12,71	8,21	5,8
10:00	180	23,40	18,90	3,2	180	12,11	7,61	5
11:00	240	24,45	19,95	3,1	240	11,69	7,19	4
12:00	300	25,40	20,90	3,0	300	11,21	6,71	3,4
13:00	360	26,90	22,40	2,9	360	10,82	6,32	3
14:00	420	27,80	23,30	2,8				
15:00	480	28,75	24,25	2,7				
16:00	540	29,64	25,14	2,5				
17:00	600	30,52	26,02	2,5				
18:00	660	30,52	26,02	2,4				
19:00	<b>720</b>	30,52	<b>26,02</b>	<b>2,4</b>				

**OBSERVAÇÕES:** (\*) Dados hipotéticos

2. Determinar o rebaixamento disponível do poço

O rebaixamento disponível é dado pela equação (2), logo:

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 0,6 (\text{FP} - \text{NE})$$

FP é a profundidade da fenda de maior produtividade, que deve ser registrada durante a perfuração do poço, e NE é o nível estático do poço, medido antes do início do bombeamento. Neste caso, como ilustrado na figura 8 e mostrado na tabela 3:

$$\text{FP} = 31,0 \text{ m}$$

$$\text{NE} = 4,50 \text{ m}$$

Assim:

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 0,6 (31,0 \text{ m} - 4,5 \text{ m})$$

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 0,6 (26,5 \text{ m})$$

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 15,9 \text{ m}$$

3. Determinar a vazão referencial para a instalação do poço

A vazão referencial para a instalação do poço em rochas cristalinas é dada pela equação (4), logo:

$$\text{Vazão para Instalação do Poço} = \text{Vazão Espec.}_{12 \text{ Horas}} \times \text{Rebaix. Disponível}$$

$$\text{Vazão para Instalação do Poço} = 0,092 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m} \times 15,9 \text{ m}$$

$$\text{Vazão para Instalação do Poço} \cong 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Rochas Sedimentares**

Foi perfurado um poço em rochas sedimentares na região semi-árida do Nordeste com uma profundidade de 120 metros, conforme ilustrado na figura 9, realizado um teste de bombeamento com 24 horas de duração e registrada a evolução da recuperação durante 12 horas. Na tabela 4 são apresentados os resultados do teste e os equipamentos utilizados foram os seguintes:

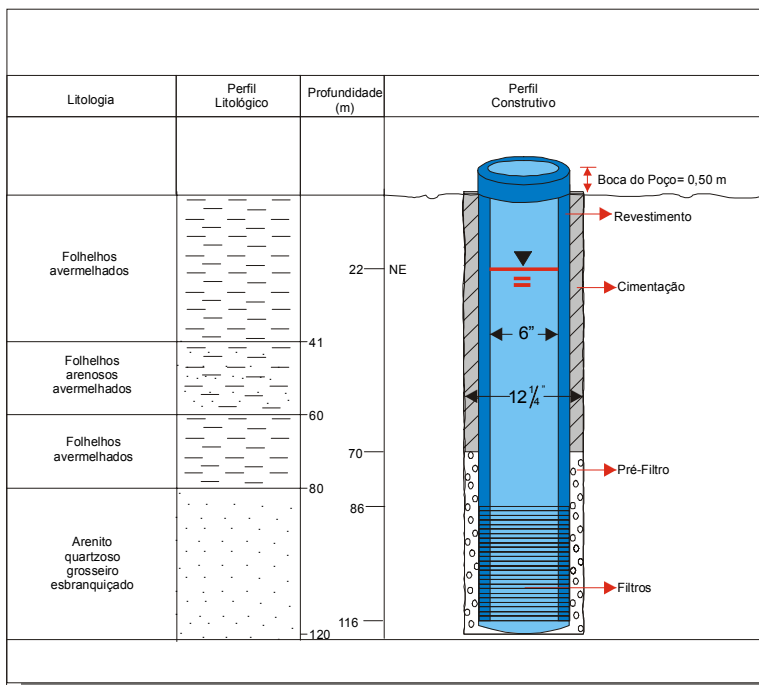
Bombeamento – Bomba Submersa

Medição da Vazão – Tambor de 200 L

Medição dos Níveis – Medidor de nível elétrico

Medição do tempo – Relógio digital

Para a determinação de uma vazão referencial para a instalação do poço deve-se adotar o seguinte procedimento:



**Figura 9** – Poço tubular em rocha sedimentar

1. Determinar a vazão específica para 24 horas de bombeamento

A vazão específica é dada pela razão entre a vazão de bombeamento para 24 horas (tabela 4) e o rebaixamento produzido no poço em função do bombeamento para o tempo de 24 horas, ou seja, 1440 minutos (tabela 4), logo:

$$\text{Vazão Específica}_{24 \text{ Horas}} = \frac{\text{Vazão}_{24 \text{ Horas}}}{\text{Rebaixamento}_{24 \text{ Horas}}} = \frac{23,80 \text{ m}^3 / \text{h}}{40,06 \text{ m}}$$

$$\text{Vazão Específica}_{24 \text{ Horas}} = 0,594 \text{ m}^3/\text{h/m}$$

2. Determinar o rebaixamento disponível do poço

O rebaixamento disponível é dado pela equação (3), logo:

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 0,6 (\text{PC} - \text{NE})$$

PC é a profundidade do crivo da bomba projetada para a exploração do poço. Recomenda-se a instalação do crivo da bomba 3 metros acima do topo da primeira seção de filtros, considerando-se o sentido descendente. NE é o nível estático do poço, medido antes do início do bombeamento. Neste caso, como ilustrado na figura 9, o topo da primeira seção de filtros está aos 86 metros, logo a profundidade do crivo da bomba deverá ficar aos **83 metros (86 m – 3 m)** e o NE está aos **22 metros**.

**TABELA 4**  
**EXEMPLO DE APLICAÇÃO – ROCHAS SEDIMENTARES**

<b>Poço Bombeado:</b> PP-04	<b>Prof. (m):</b> 120,0	<b>Raio (m):</b> 0,0762
<b>Local:</b> Riacho Fundo (*)	<b>Munic./UF:</b> Caxitoré / BA (*)	<b>Aqüífero:</b> Serra Negra (*)
<b>Executor:</b> Hidrogrupo S.A (*)	<b>Crivo Bomba (m):</b>	
<b>Altura da Boca (m):</b> 0,30	<b>Q (m<sup>3</sup>/h):</b> 28,0	<b>Mét. Med. Vazão:</b> Volumétrico
<b>NE (m):</b> 22,0	<b>ND (m):</b> 62,06	<b>Tempo Bomb. (min):</b> 1440
<b>Data de Início:</b> 05/08/98	<b>Data de Término:</b> 06/08/98	<b>Rebaix. Total (m):</b> 40,06

REBAIXAMENTO					RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	ND (m)	Sw (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	t' (min)	ND (m)	Sw (m)	tb/t' + 1
7:01	1	30,80	8,80	28,00	1	57,44	35,44	1441
7:02	2	34,60	12,50	28,00	2	56,58	34,88	721
7:03	3	36,03	14,03	28,00	3	55,79	33,79	481
7:04	4	37,11	15,11	28,00	4	55,09	33,09	361
7:05	5	38,41	16,41	28,00	5	54,65	32,65	289
7:06	6	39,16	17,16	28,00	6	53,96	31,96	241
7:08	8	40,32	18,32	28,00	8	53,28	31,28	181
7:10	10	41,00	19,00	28,00	10	52,76	30,76	145
7:12	12	42,10	20,10	27,00	12	52,18	30,18	121
7:15	15	43,22	21,22	26,50	15	51,73	29,73	97
7:20	20	44,37	22,37	26,00	20	51,23	29,23	73
7:25	25	45,00	23,00	26,00	25	50,81	28,81	58,6
7:30	30	46,11	24,11	25,80	30	50,37	28,37	49
7:40	40	47,25	25,25	25,70	40	49,86	27,86	37
7:50	50	48,13	26,13	25,60	50	49,39	27,39	29,8
8:00	60	49,04	27,04	25,60	60	48,91	26,91	25
8:10	70	49,51	27,51	25,60	70	48,49	26,49	21,6
8:20	80	50,31	28,31	25,50	80	47,00	25,00	19
8:40	100	51,10	29,10	25,50	100	46,63	24,63	15,4
9:00	120	51,71	29,71	25,50	120	46,19	24,19	13
9:30	150	53,04	31,04	25,50	150	45,92	23,92	10,6
10:00	180	53,92	31,92	25,40	180	45,65	23,65	9
11:00	240	54,51	32,51	25,40	240	45,41	23,41	7
12:00	300	55,49	33,49	25,40	300	45,19	23,19	5,8
13:00	360	56,22	34,22	25,20	360	44,89	22,89	5
14:00	420	57,01	35,01	25,00	420	44,61	22,61	4,4
15:00	480	57,98	35,98	25,00	480	44,28	22,28	4
16:00	540	58,40	36,40	24,80	540	44,01	22,01	3,7
17:00	600	58,84	36,84	24,80	600	43,80	21,80	3,4
18:00	660	59,45	37,45	24,60	660	43,42	21,42	3,2
19:00	720	59,58	37,58	24,50	720	43,06	21,06	3
20:00	780	59,91	37,91	24,30				
21:00	840	60,33	38,33	24,30				
23:00	960	60,92	38,92	24,00				
01:00	1080	61,35	39,35	24,00				
03:00	1200	61,84	39,84	24,00				
05:00	1320	62,00	40,00	23,80				
07:00	<b>1440</b>	62,06	<b>40,06</b>	<b>23,80</b>				

**OBSERVAÇÕES:** (\*) – Dados hipotéticos

Assim:

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 0,6 (86,0 \text{ m} - 22,0 \text{ m})$$

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 0,6 (64,0 \text{ m})$$

$$\text{Rebaixamento Disponível} = 38,4 \text{ m}$$

3. Determinar a vazão referencial para a instalação do poço

Para o caso de rochas sedimentares a vazão referencial para a instalação do poço é dada pela equação (4), logo:

$$\text{Vazão para Instal. do Poço} = \text{Vazão Espec.}_{24 \text{ Horas}} \times \text{Rebaix. Disponível}$$

$$\text{Vazão para Instalação do Poço} = 0,594 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m} \times 38,4 \text{ m}$$

$$\text{Vazão para Instalação do Poço} \cong 23,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

## REFERÊNCIAS INDICADAS

- COSTA, J. A. da & MORENO, E. F. 1966 - *Manual de Métodos Cuantitativos en el Estudio de Aguas Subterráneas - Organización y Realización de Pruebas de Acuíferos, Métodos e Ejemplos*. 2ed., Centro Regional de Ayuda Técnica/ Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Mexico.
- CUSTÓDIO, E & LLAMAS, M.R. 1983 - *Hidrologia Subterránea*. 2ed., Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- DRISCOLL, F. C. 1986 - *Groundwater and wells*. 2ed., Johnson Division, Minnesota.
- FEITOSA, F. A. C. 1996 – *Testes de Bombeamento em Poços Tubulares* , Fortaleza Apostila de curso, 156 p. il.
- FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. (Coords.) 1997 - *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*, Fortaleza: CPRM / LABHID – UFPE, 412 p. il.
- IPT - *Manual de Métodos para Interpretação de Ensaios de Aquífero*. Relatório Técnico N° 25.699, São Paulo, 1988.
- KRUSEMAN, G. P. & DERIDDER, N. A. - *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. 2ed. International Institute for Land Reclamation and Improvement Wageningen the Netherlands, 1970.
- MARTINEZ, M. V. & LOPEZ, A. I. - *Poços e Acuíferos: Técnicas de Evaluacion Mediante Ensayos de Bombeo*. Instituto Geologico y Minero de España, Madrid, 1984

---

## **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS**

### **Sede**

SGAN Quadra 603 – Conjunto “J”- Parte A – 1º andar –  
CEP: 70830.030 – Brasília – DF  
Telefones: (061) 312.5252 – (061) 223.5253 (PABX)  
Fax: (061) 225.3985

### **Escritório Rio**

Av. Pasteur, 404 – Urca – CEP: 22292-040 –  
Rio de Janeiro – RJ  
Telefones: (021) 295.5337 – (021) 292.0032 (PABX)  
Fax: (021) 295.6347

### **Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial**

Telefones: (021)295-8248 – (021)295-0032 (PABX)  
Fax.: (021)542-6147

### **Diretoria de Geologia e Recursos Minerais**

Telefone: (021) 295.6196  
Fax: (021) 295.6196  
E-Mail: juarez@cristal.cprm.gov.br

### **Departamento de Recursos Minerais**

Telefone: (021) 295.5446  
E-Mail: mafa@cristal.cprm.gov.br

### **Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

Telefone: (021) 295.5837  
Fax: (021) 295.5947  
E-Mail: agosto@cristal.cprm.gov.br

### **Divisão de Documentação Técnica**

Telefones: (021) 295.5997  
Fax: (021) 295.5897  
E-Mail: seus@cristal.cprm.gov.br

### **Superintendência Regional de Belém**

Av. Dr. Freitas, 3645 – Marco – CEP: 66095-110 –  
Belém – PA  
Telefones: (091) 226.0016 – (091) 246.8577  
(PABX)  
Fax: (091) 246.4020  
E-Mail: cprmbe@cprmbe.gov.br

### **Superintendência Regional de Belo Horizonte**

Av. Brasil, 1731, Funcionários – CEP: 30140.002  
Belo Horizonte – MG  
Telefones: (031) 261.3037 – (031) 261.5977  
(PABX)  
Fax: (031) 261.5585  
E-Mail: cprmbh@estaminas.com.br

### **Superintendência Regional de Goiânia**

Rua 148, 485 – Setor Marista – CEP: 74170.110 –  
Goiânia – GO  
Telefones: (062) 281.1342 – (062) 281.1522 (PABX)  
Fax: (062) 281.1709

### **Superintendência Regional de Manaus**

Av. André Araújo, 2160 – Aleixo –  
CEP: 69065.001 – Manaus – AM  
Telefones: (092) 663.5533 – (092) 663.5640 (PABX)  
Fax: (092) 663.5531  
E-Mail: suregma@internext.com.br

### **Superintendência Regional de Porto Alegre**

Rua Banco da Província, 105 – CEP: 90840.030 –  
Porto Alegre – RS  
Telefones: (051) 233.4643 – (051) 233.7311 (PABX)  
Fax: (051) 233.7772  
E-Mail: cprm\_pa@portoweb.com.br

### **Superintendência Regional de Recife**

Av. Beira Rio, 45 – Madalena – CEP: 50610.100 –  
Recife – PE  
Telefones: (081) 227.6293 – (081) 227.0277 (PABX)  
Fax: (081) 227.4281  
E-Mail: cprm@fisepe.pe.gov.br

### **Superintendência Regional de Salvador**

Av. Ulisses Guimarães, 2862  
Centro Administrativo da Bahia – CEP: 41213.000 –  
Salvador – BA  
Telefones: (071) 230.0025 – (071) 230.9977 (PABX)  
Fax: (071) 371.4005  
E-Mail: cprmsa@bahianet.com.br

### **Superintendência Regional de São Paulo**

Rua Barata Ribeiro, 357 – Bela Vista – CEP: 01308.000 -  
São Paulo – SP  
Telefones: (011) 255.8655 – (011) 255.8155 (PABX)  
Fax: (011) 256.6955  
E-Mail: cprmsp@uninet.com.br

### **Residência de Fortaleza**

Av. Santos Dumont, 7700 – 4º andar – Papicu –  
CEP: 60150.163 – Fortaleza – CE  
Telefones: (085) 265.1726 – (085) 265.1288 (PABX)  
Fax: (085) 265.2212  
E-Mail: refort@secrel.com.br

### **Residência de Porto Velho**

Av. Lauro Sodré, 2561 – Bairro Tanques –  
CEP: 78904.300 – Porto Velho – RO  
Telefones: (069) 223.3165 – (069) 223.3544 (PABX)  
Fax: (069) 221.5435  
E-Mail: cprmrepo@enter-net.com.br

### **Residência de Teresina**

Rua Goiás, 312 – Sul – CEP: 64001.570 – Teresina – PI  
Telefones: (086) 222.6963 – (086) 222.4153 (PABX)  
Fax: (086) 222.6651

