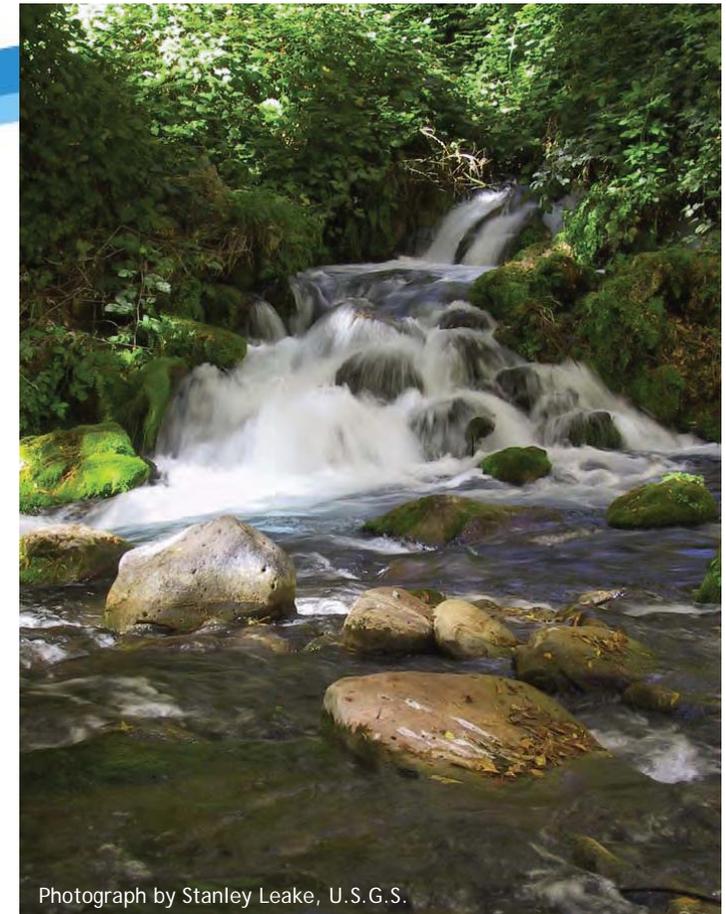


# Poços para Captação das Águas Subterrâneas

**Fabrício Bueno da Fonseca Cardoso**  
Especialista em Recursos Hídricos



Photograph by Stanley Leake, U.S.G.S.



Photograph by David Stannard, U.S.G.S.

**Oficina de Capacitação  
do Progestão**  
Águas Subterrâneas

Brasília, 31 de outubro de 2016

**MINISTÉRIO DO  
MEIO AMBIENTE**



## Tipos de Poços para Captação

- **Poço Raso, Cisterna, Cacimba ou Amazonas - Poços Escavados**

Poços de grandes diâmetros (1 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam a água do lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros.



- **Poço Tubular Profundo**

Obra de engenharia geológica de acesso a água subterrânea, executada com sonda perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4" a 36" e profundidade de até 2 mil metros, para captação de água.



### Etapas Prévia:

- **Projeto do poço** NBR12.212 - Projeto de poço tubular

### Etapas Construtivas:

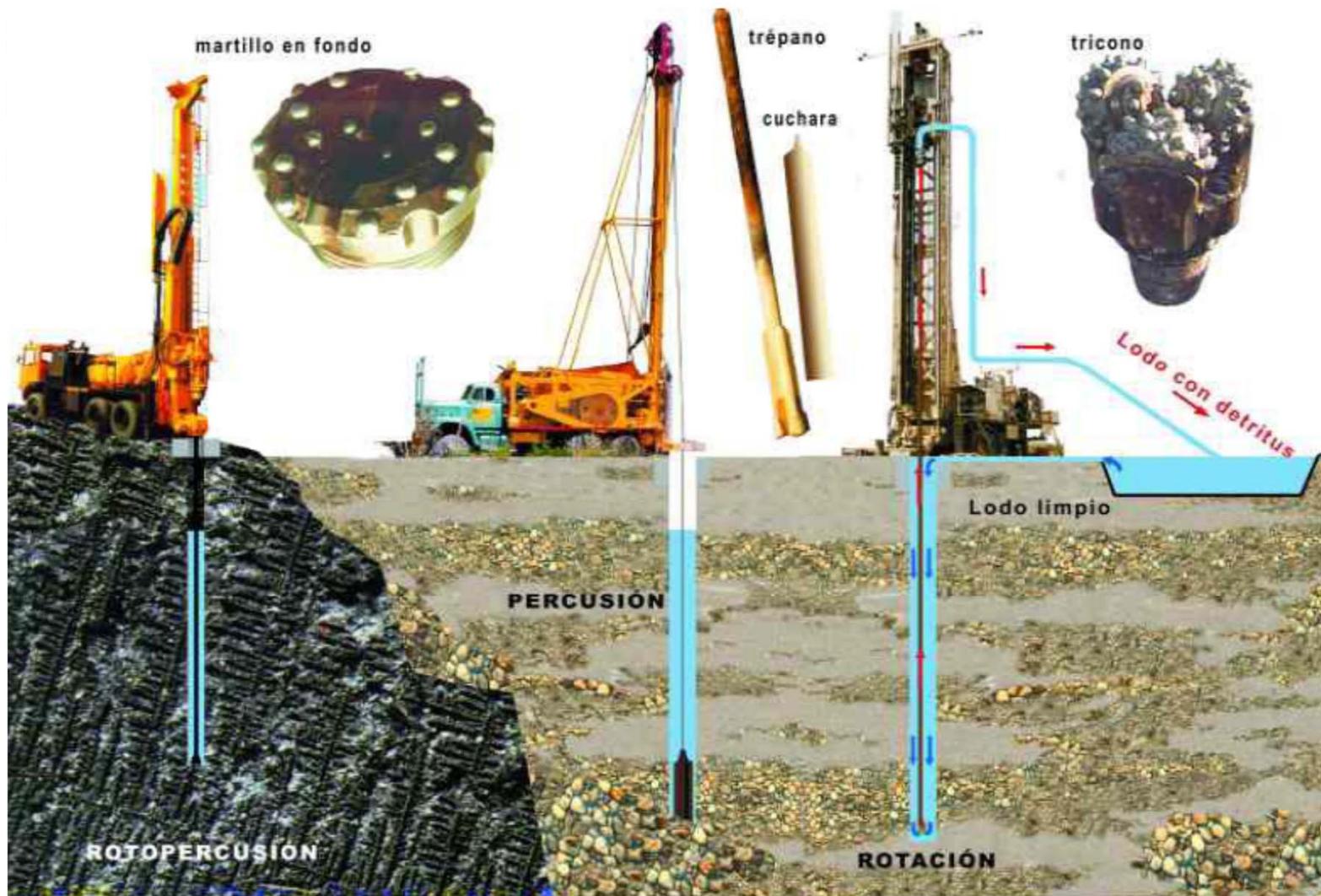
- **Perfuração** - Percussivo, Rotativo ou Rotopneumático.
- **Completação** - Colocação do revestimento, filtro, pré-filtro e cimentação.
- **Limpeza** - retirar toda a lama e resíduos de perfuração.
- **Desenvolvimento** - tem o objetivo de aumentar a condutividade hidráulica natural nas proximidades do poço, através da retirada seletiva de finos, e corrigir danos causados ao aquífero devido a perfuração (compactação, colmatação, etc.).

NBR12.244 - Construção de poço tubular

### Etapas Posteriores:

- **Teste de vazão**
- **Desinfecção**

# Métodos de Perfuração

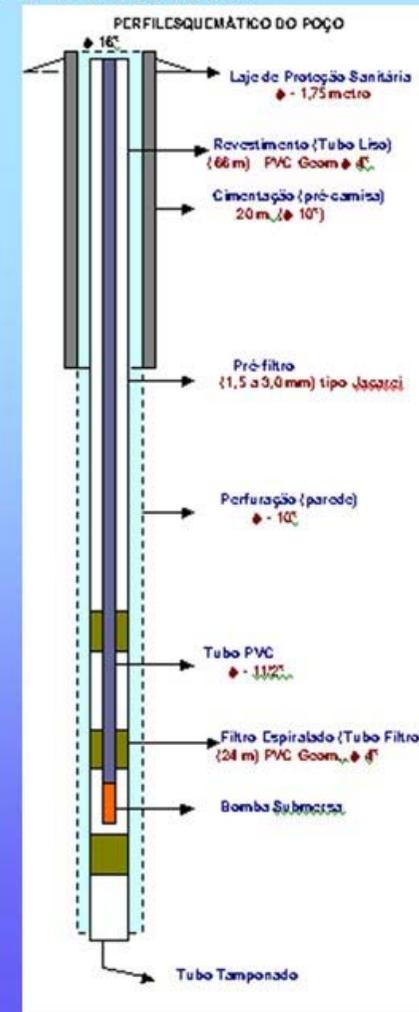
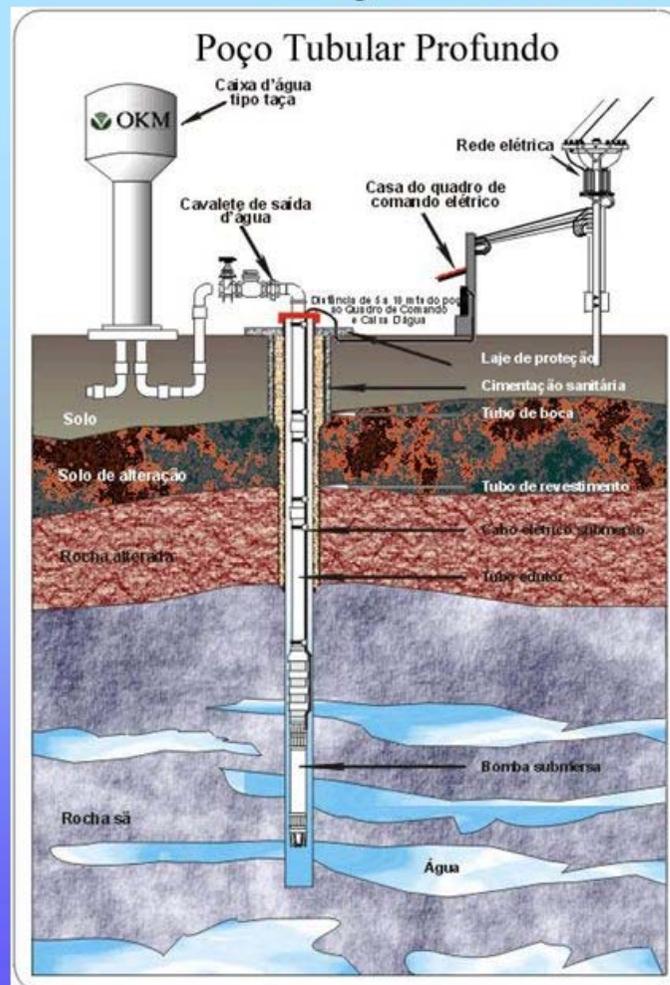


### Completação

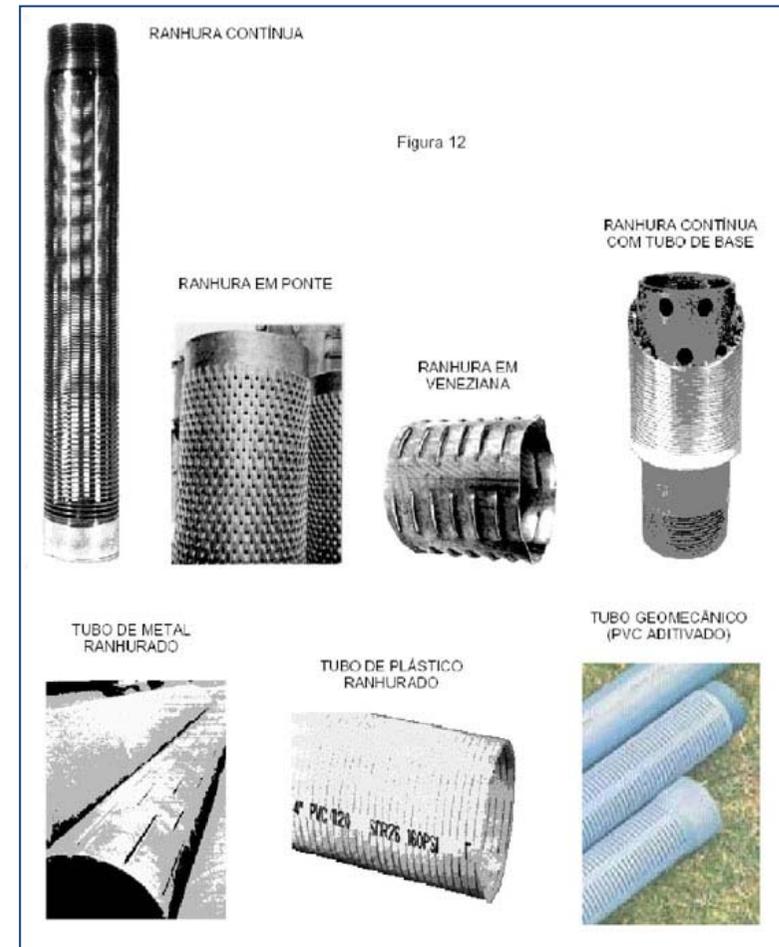
Um poço é composto de vários componentes. Os mais importantes são:

- **Revestimento** - tubos para sustentação as paredes do poço.
- **Cimentação** - colocação de pasta de cimento entre o revestimento e a parede do poço, na porção superior. Finalidade de evitar entrada de águas poluídas no poço.
- **Filtro** - tubos ranhurados para a passagem de água.
- **Pré-Filtro** - preenchimento de cascalho entre o revestimento/filtro e a parede do poço. Finalidade de estabilizar sedimentos finos.
- **Laje de Proteção Sanitária** - Concluídos todos os serviços no poço, deve ser construída uma laje de concreto, fundida no local, envolvendo o tubo de revestimento.

## Poço Tubular Profundo

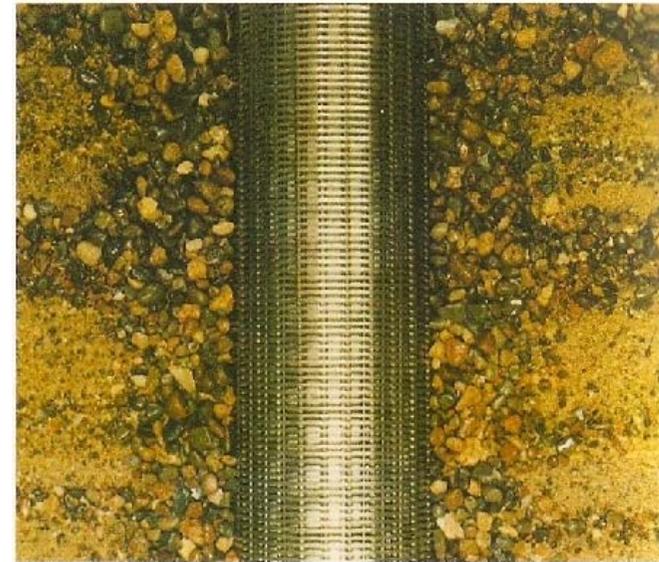


## Completação



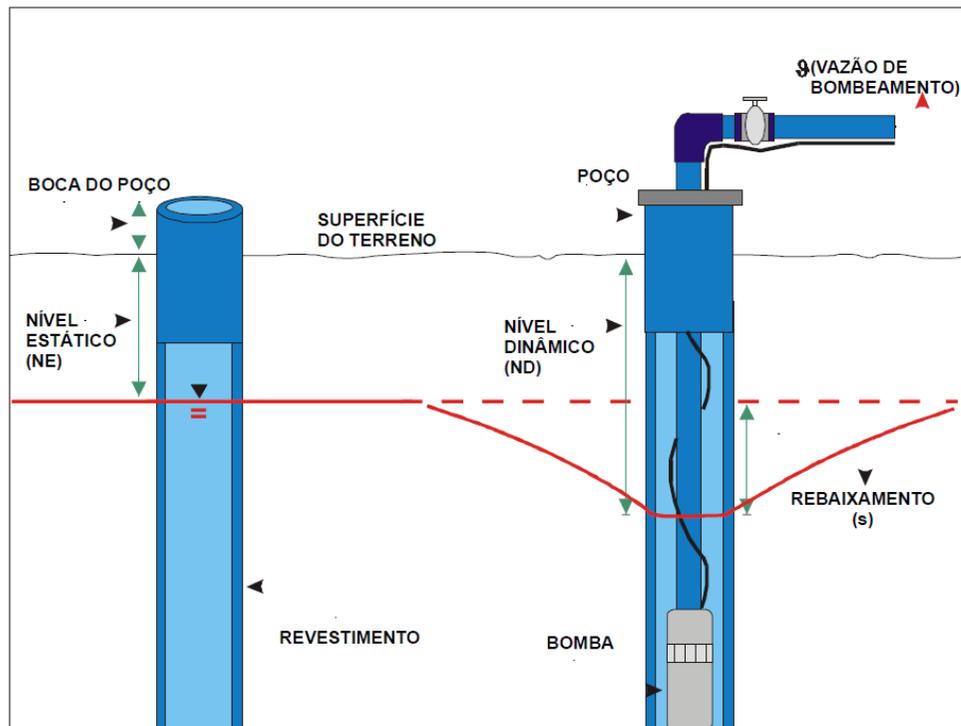
- **Limpeza** - tem o objetivo de retirar toda a lama e resíduos de perfuração de dentro do poço. **Métodos:** Injeção de Água Limpa, Jateamento, Remoção Mecânica de Crostas de Lama (“caçambeamento”).

**Desenvolvimento** - tem o objetivo de aumentar a condutividade hidráulica natural nas proximidades do poço, através da retirada seletiva de finos, e corrigir danos causados ao aquífero devido a perfuração (compactação, colmatação, etc.). **Métodos:** Superbombeamento, Reversão de Fluxo, Pistoneamento (*Surge Plunger*), *Air Surge Plunger*, *Air Lift*.



## Teste de Bombeamento

- Consiste na medida do nível do poço ao longo do tempo para uma determinada vazão. Variáveis envolvidas: **Vazão (Q)**, **rebaixamento (s)** e **tempo (t)**.
- Duas fases previstas: Rebaixamento e Recuperação.



## Registro dos Dados (Teste de Aquífero ou Produção)

<b>POÇO BOMB.:</b>		<b>PROF.:</b>		<b>Q (m<sup>3</sup>/h):</b>					
<b>POÇO OBSERV.:</b>		<b>R (m):</b>		<b>AQUÍFERO:</b>					
<b>LOCAL:</b>		<b>MUNIC./EST.:</b>		<b>EXECUTOR:</b>					
<b>TEMPO BOMB.:</b>		<b>NE (m):</b>		<b>ND (m):</b>					
<b>CRIVO BOMBA (m):</b>		<b>INÍCIO:</b>		<b>TÉRMINO:</b>					
<b>REBAIXAMENTO</b>					<b>RECUPERAÇÃO</b>				
<b>HORA</b>	<b>t (min)</b>	<b>ND (m)</b>	<b>s<sub>w</sub> (m)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Q/s<sub>w</sub> (m<sup>3</sup>/h/m)</b>	<b>t' (min)</b>	<b>ND (m)</b>	<b>s<sub>w</sub> (m)</b>	<b>tb/t' + 1</b>

Frequência de medição:

0-10	1 min
10-20	2 min
20-50	5 min
50-100	10 min
100-500	30 min
500-1000	60 min
>1000	100 min

### Teste de Recuperação

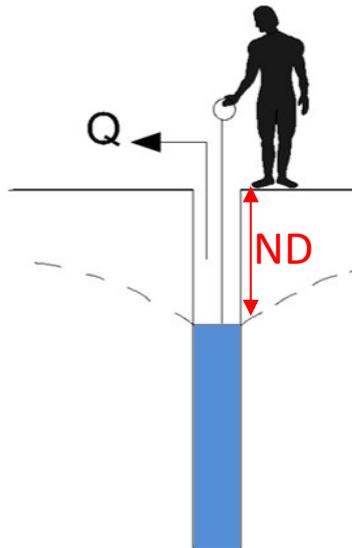
Efetuada ao término do teste de produção. Consiste na medida do nível em função do tempo até que o nível atinja o nível estático original.

## Teste de Bombeamento

### Teste de Produção x Teste de Aquífero

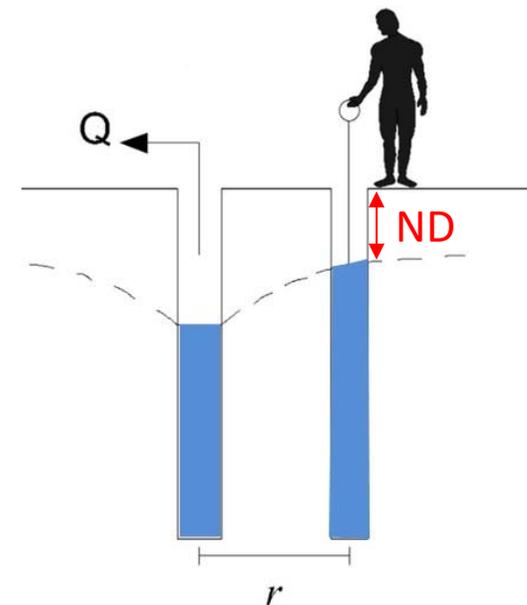
#### Teste de Produção

- Determinação da vazão de exploração.
- Registro do rebaixamento no próprio poço.



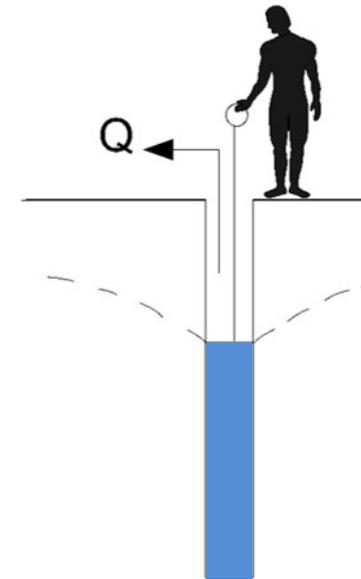
#### Teste de Aquífero

- Caracterizar o aquífero (K, T, S).
- Registro do rebaixamento em poços de observação.



### Teste de Produção

- Definir a vazão de operação do poço e a profundidade da bomba.
- Determinação das perdas de carga no poço (equação característica do poço  $s = BQ + CQ^n$ ).
- Avaliação da eficiência do poço.
- Bombeamento e registro dos rebaixamentos no próprio poço bombeado.
- Pode ser realizado em etapa única (contínuo) ou em múltiplas etapas (escalonado ou sucessivo).
- Tempo de bombeamento usual é de 24 a 48 hs para etapa única e de 2 a 6 horas para cada etapa do escalonado ou sucessivo.



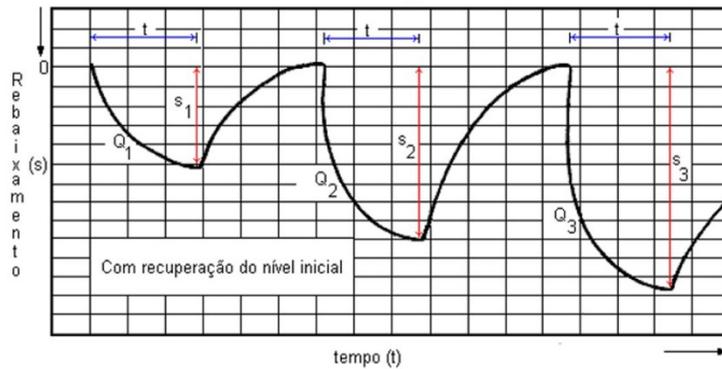
É o tipo de teste executado na grande maioria dos poços perfurados para produção de água. É esse o tipo de teste usualmente solicitado pelos órgãos gestores de recursos hídricos.

### Teste de Produção em Múltiplas Etapas

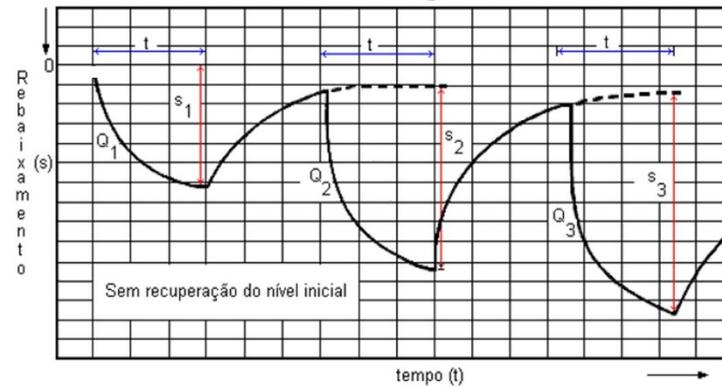
- No mínimo 3 etapas, onde a vazão em cada etapa deve ser constante e  $Q1 < Q2 < Q3 < Q4...$
- A maior vazão deve ser igual ou superior àquela cogitada para exploração.
- Duração do teste: 2 a 6 horas cada etapa.
- Permite a construção da equação característica do poço  $s = BQ + CQ^n$  e a avaliação da eficiência do poço.
- Pode ser em etapas sucessivas (com recuperação do nível estático ao término de cada etapa) ou escalonadas (sem recuperação do nível estático).
- Podem ser realizados com ou sem estabilização final do ND.

## Teste de Produção em Múltiplas Etapas

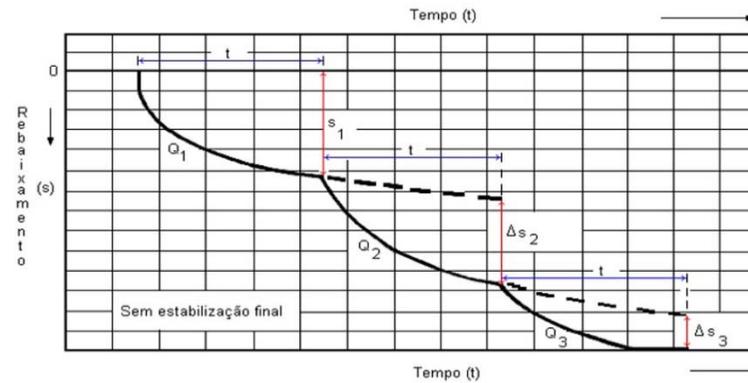
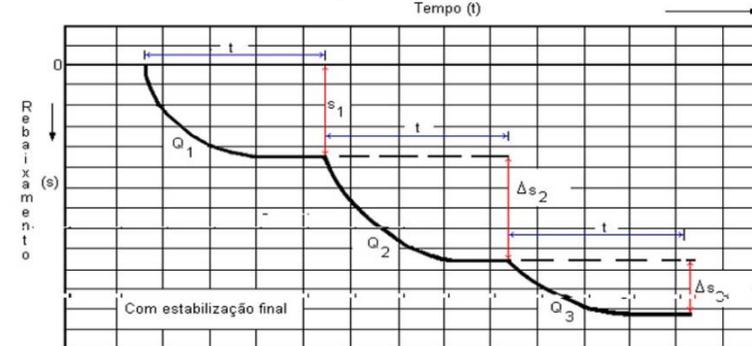
### Sucessivos



B



### Escalonados

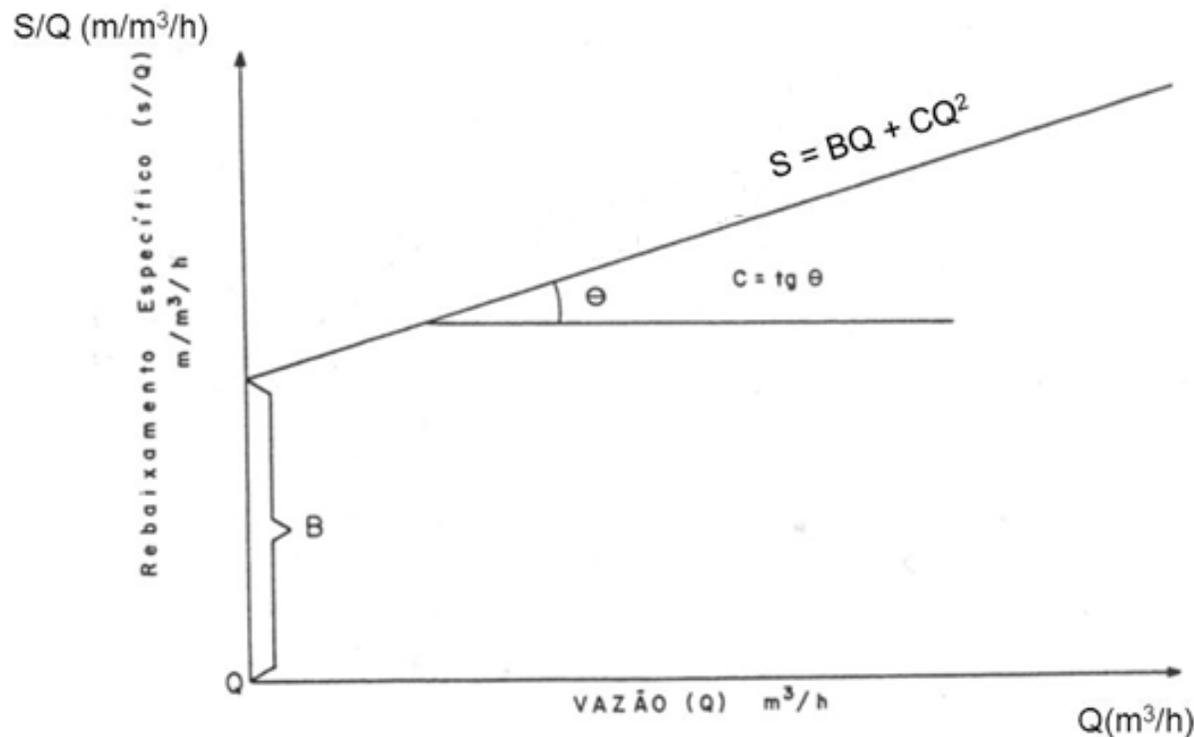


## Determinação das Perdas de Carga

↗ Representa as perdas do aquífero

$s = BQ + CQ^n$  ➔ Equação característica do poço

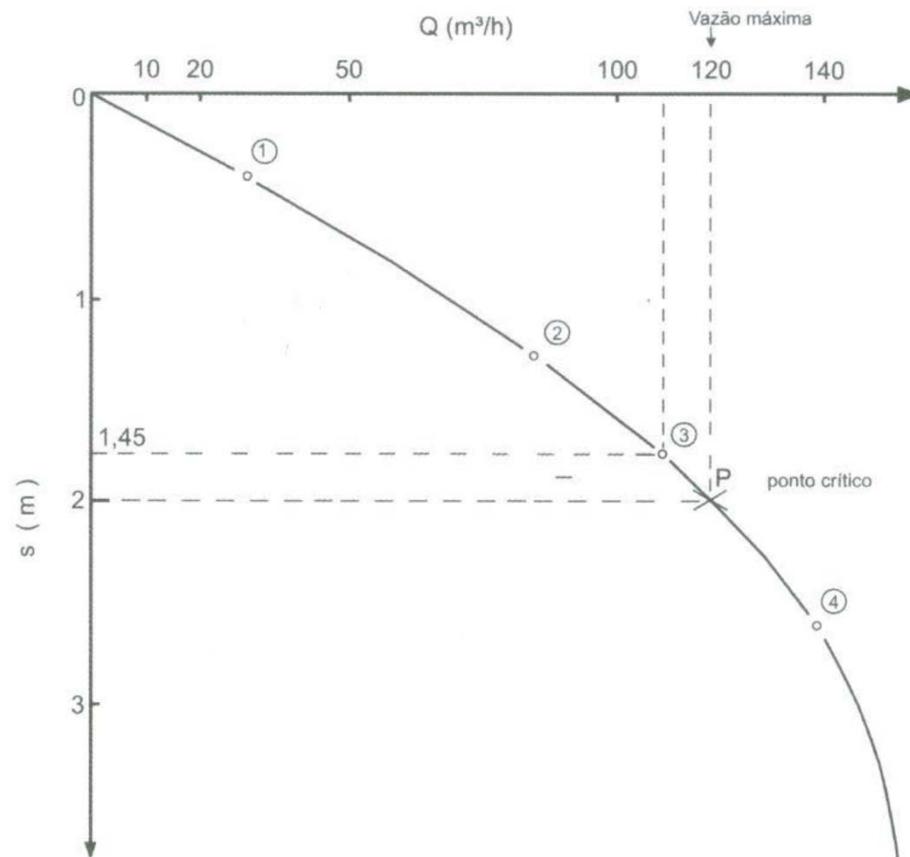
↘ Representa as perdas do poço



$s$  = rebaixamento em metros;  
 $B$  = coeficiente de perdas laminares;  
 $C$  = coeficiente de perdas turbulentas;  
 $n$  = expoente de  $Q$  (varia em torno de 2);  
 $Q$  = vazão em  $m^3/h$ .

## Determinação da Vazão de Exploração de Poços Tubulares

Vazão de exploração é aquela determinada para a produção do poço considerando um alcance determinado (5, 10, 15, 20 ... anos). É calculada considerando tanto a produtividade do aquífero captado, como as características construtivas do poço, além de fatores influentes externos (interferências de outros poços, etc.).



## Determinação da Eficiência do Poço

→ Representa rebaixamento teórico

$$e = \frac{BQ}{BQ + CQ^2}$$

e = eficiência do poço em %;

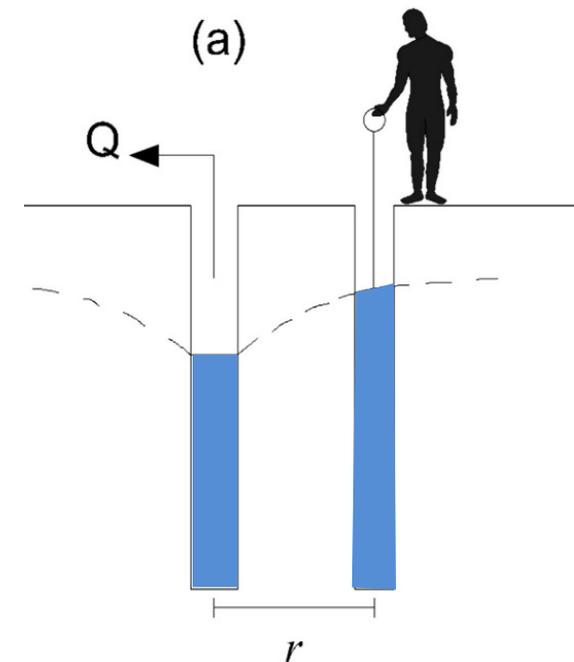
B = coeficiente de perdas lineares (laminares);

C = coeficiente de perdas não lineares (turbulentas);

Q = vazão em m<sup>3</sup>/h.

### Teste de Aquífero

- Caracterização do aquífero -  $K$ ,  $T$ ,  $S$ .
- bombeamento do poço e registro dos rebaixamentos em poço(s) de observação localizado a uma distância  $r$ .
- Maior tempo de bombeamento - 24 a 72 hs (cada etapa).
- Diferentes métodos de interpretação a depender do tipo de aquífero e do regime de fluxo.



## Métodos de Interpretação de Testes de Aquífero

### Teste de Aquífero

Análise de fluxo para poços em meios homogêneos

Regime de Fluxo	Tipo de aquífero		
	Confinado não drenante <sup>1</sup>	Confinado drenante <sup>2</sup>	Livre
Estacionário <sup>3</sup>	Thiem	De Glee Hantush-Jacob	Dupuit & Forchheimer
Transiente <sup>4</sup>	Theis Jacob	Walton Hantush	Hantush-Jacob Boultoun-Pricket

1 - **Confinado drenante** - pelo menos uma das camadas limítrofes é semipermeável ( $K>0$ ).

2 - **Não drenante** - as camadas limítrofes são impermeáveis ( $K=0$ ).

3 - **Regime Estacionário ou Permanente** - O cone de rebaixamento é estabilizado devido a contribuição de água de uma fonte externa.

4 - **Regime Transiente** - O cone de rebaixamento evolui progressivamente com o tempo.

# Obrigado!

**Fabrício Bueno da Fonseca Cardoso**  
Especialista em Recursos Hídricos

**fabricio.cardoso@ana.gov.br | (+55) (61) 2109-5387**

**[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)**



**[www.twitter.com/anagovbr](http://www.twitter.com/anagovbr)**

**facebook**

**[www.facebook.com/anagovbr](http://www.facebook.com/anagovbr)**



**[www.youtube.com/anagovbr](http://www.youtube.com/anagovbr)**