



Poços Tubulares e Testes de Bombeamento

Tipos de Poços para Captação

- **Cisterna, Caipira, Cacimba ou Amazonas - Poços Escavados**

Poços de grandes diâmetros (0,90 metro ou mais), escavados manualmente e revestidos com tijolos ou anéis de concreto. Captam a água subsuperficial do lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros.



Tipos de Poços para Captação

- **Poço Tubular**

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 da Construção de um Poço Tubular

Etapas Prévia:

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

Etapas Construtivas: NBR12.244 - Construção de poço tubular

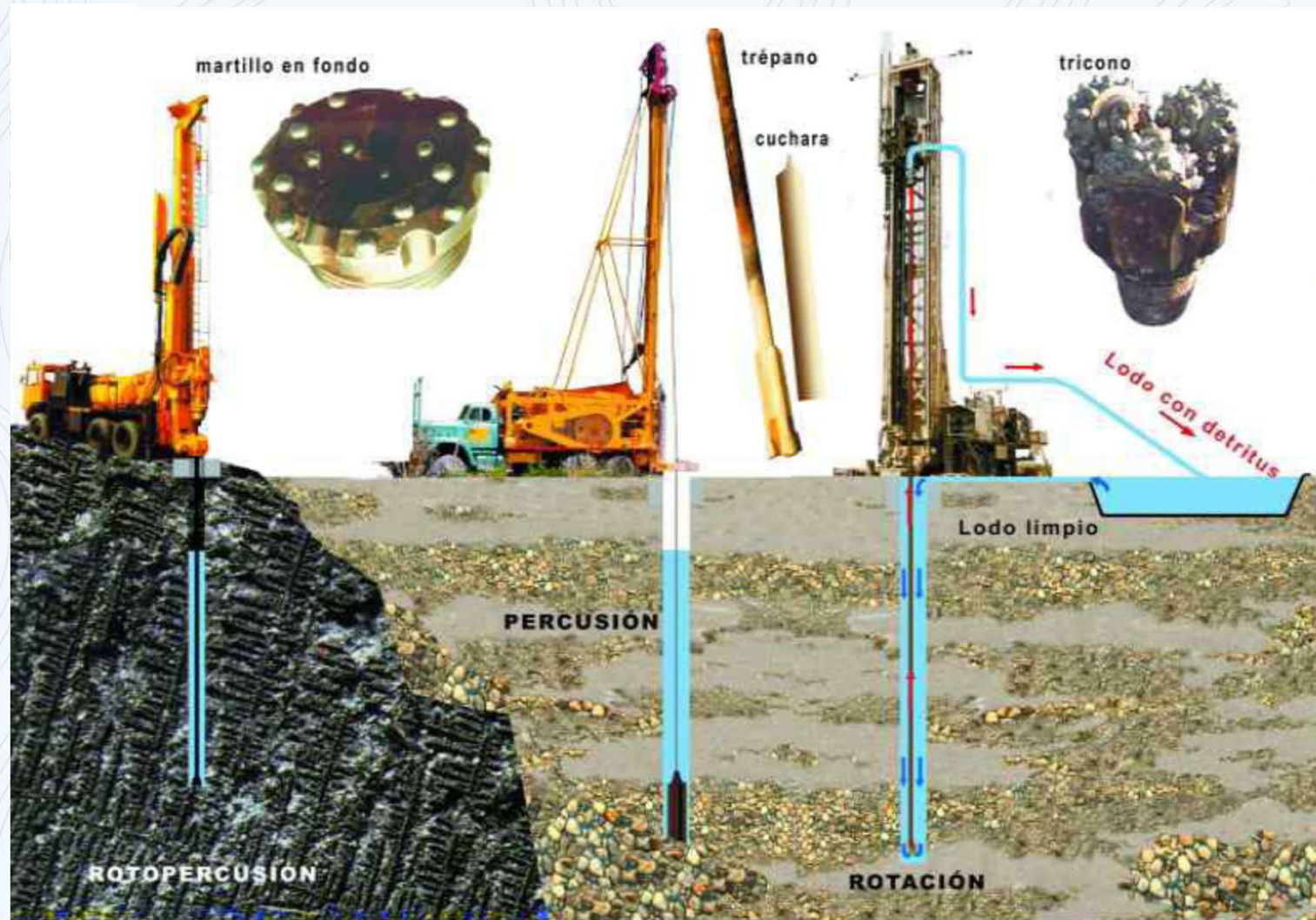
- **Perfuração** - Percussivo, Rotativo ou Rotopneumático.
- **Completação** - Colocação do revestimento, filtro, pré-filtro, cimentação e laje de proteção.
- **Limpeza** - retirar toda a lama/fluído e resíduos de perfuração.
- **Desenvolvimento** - tem o objetivo de aumentar a condutividade hidráulica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

Etapas Posteriores:

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



Métodos de Perfuração



Projeto e Construção de Poços

Completação

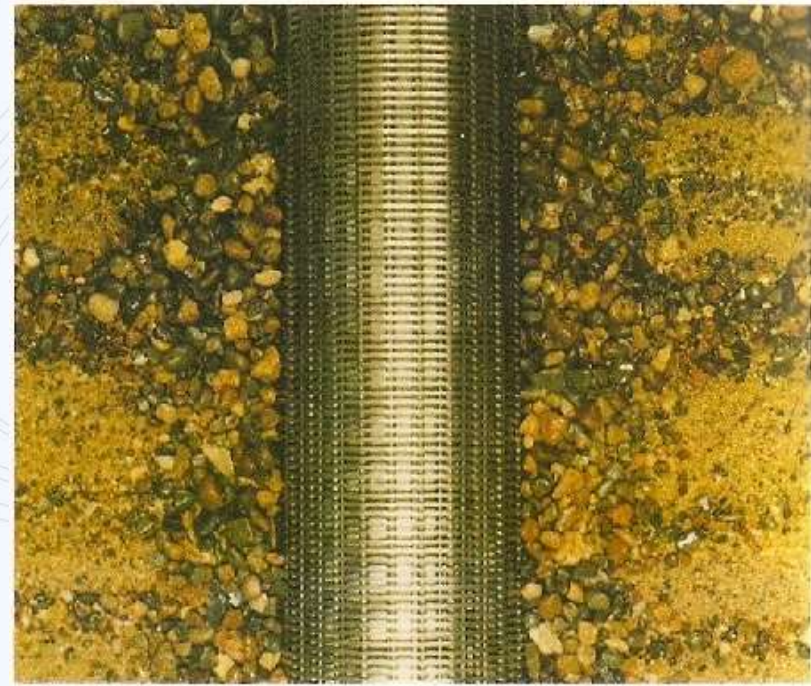
Um poço é composto de vários componentes. Os mais importantes são:

- **Revestimento** - tubos para sustentação as paredes do poço.
- **Filtro** - tubos ranhurados para a passagem de água.
- **Pré-Filtro** - preenchimento de cascalho/areia entre o revestimento/filtro e a parede do poço. Finalidade de estabilizar entrada de sedimentos finos.
- **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.
- **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.



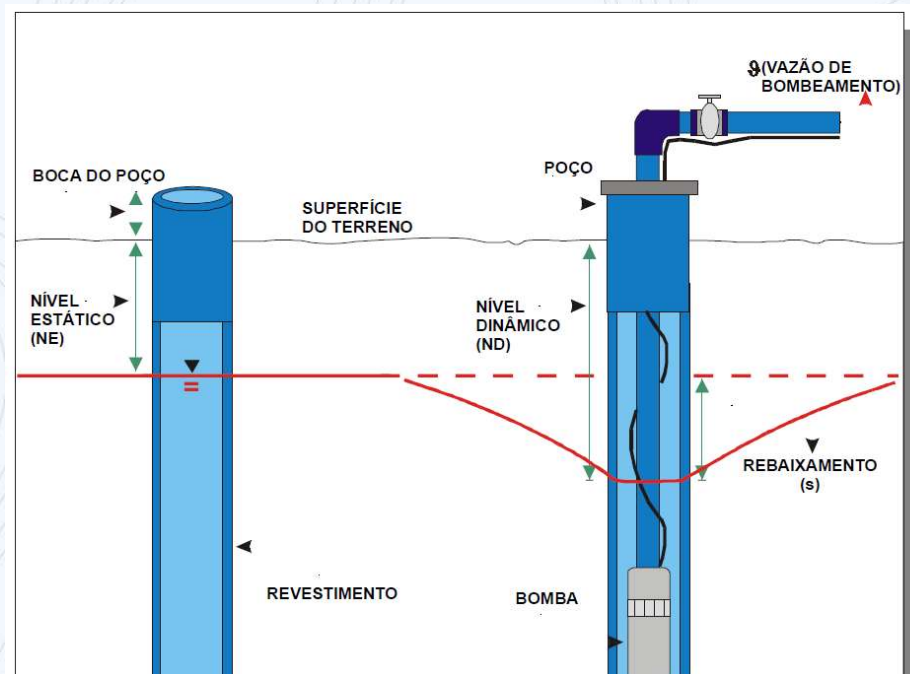
Limpeza e Desenvolvimento

- **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, Bombeamento com ar comprimido, Reversão de Fluxo, Pistoneamento (*Surge Plunger*), Pistoneamento Casado (*Air Surge Plunger*).



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.



Teste de Bombeamento

Registro dos Dados (Teste de Aquífero ou Produção)

POÇO BOMB.:		PROF.:		Q (m³/h):					
POÇO OBSERV.:		R (m):		AQUÍFERO:					
LOCAL:		MUNIC./EST.:		EXECUTOR:					
TEMPO BOMB.:		NE (m):		ND (m):					
CRIVO BOMBA (m):		INÍCIO:		TÉRMINO:					
REBAIXAMENTO						RECUPERAÇÃO			
HORA	t (min)	ND (m)	S_w (m)	Q (m³/h)	Q/S_w (m³/h/m)	t' (min)	ND (m)	S_w (m)	tb/t' + 1

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.

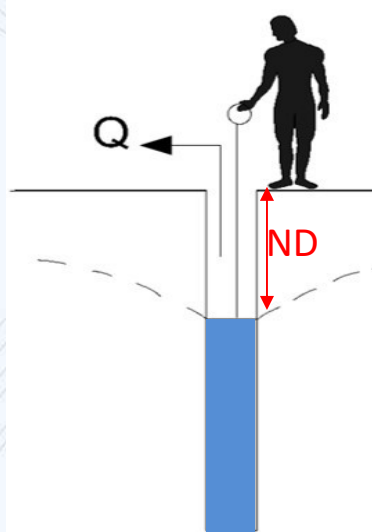


Teste de Bombeamento

Teste de Produção x Teste de Aquífero

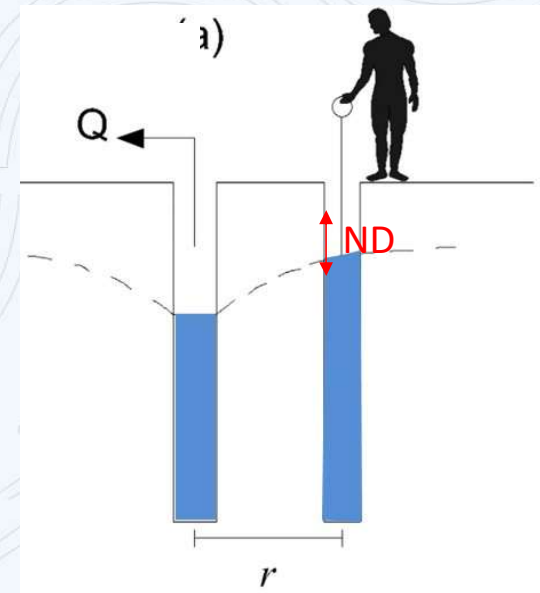
Teste de Produção

- Determinação da vazão de exploração e a profundidade da bomba.
- Registro do rebaixamento no próprio poço.



Teste de Aquífero

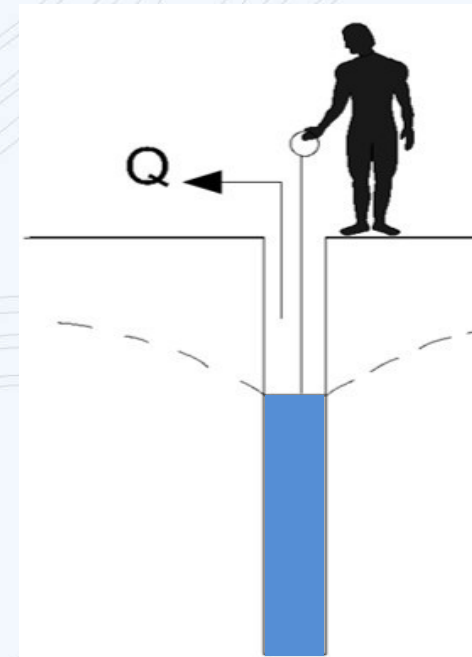
- Caracterizar o aquífero (K , T , S).
- Registro do rebaixamento em poço de observação.



Teste de Bombeamento

Teste de Produção

- Bombeamento e registro dos rebaixamentos no próprio poço bombeado.
- Definir a vazão de operação do poço e a profundidade da bomba.
- Determinação das perdas de carga no poço (equação característica do poço $s = BQ + CQ^2$) e a avaliação da eficiência do poço.
- 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 normalmente 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 Bombeamento

Teste de Produção em Múltiplas Etapas

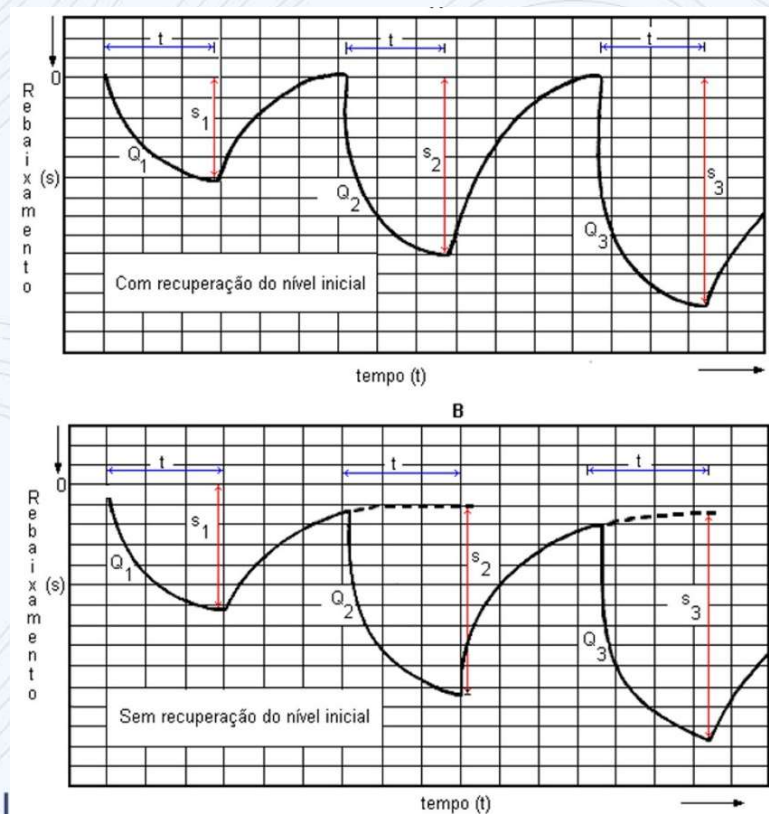
- No mínimo 3 etapas, onde a vazão em cada etapa deve ser constante e $Q1 < Q2 < Q3 < Q4...$
- A maior vazão deve ser igual ou superior àquela cogitada para exploração.
- Duração do teste: normalmente 2 a 6 horas cada etapa.
- Permite a construção da equação característica do poço $s = BQ + CQ^2$ e a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



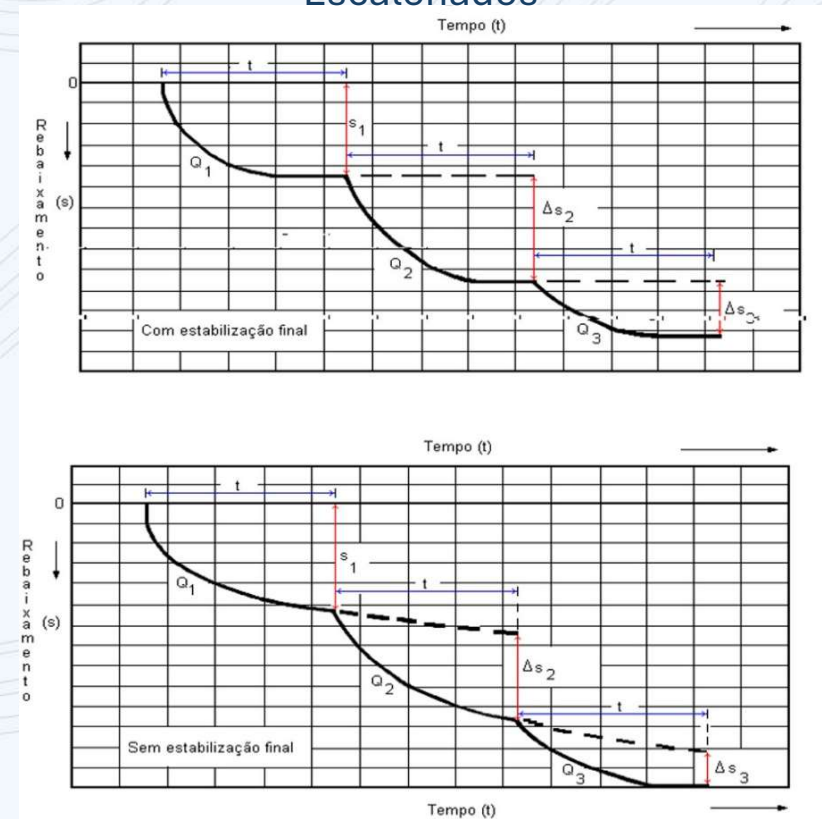
Teste de Bombeamento

Teste de Produção em Múltiplas Etapas

Sucessivos



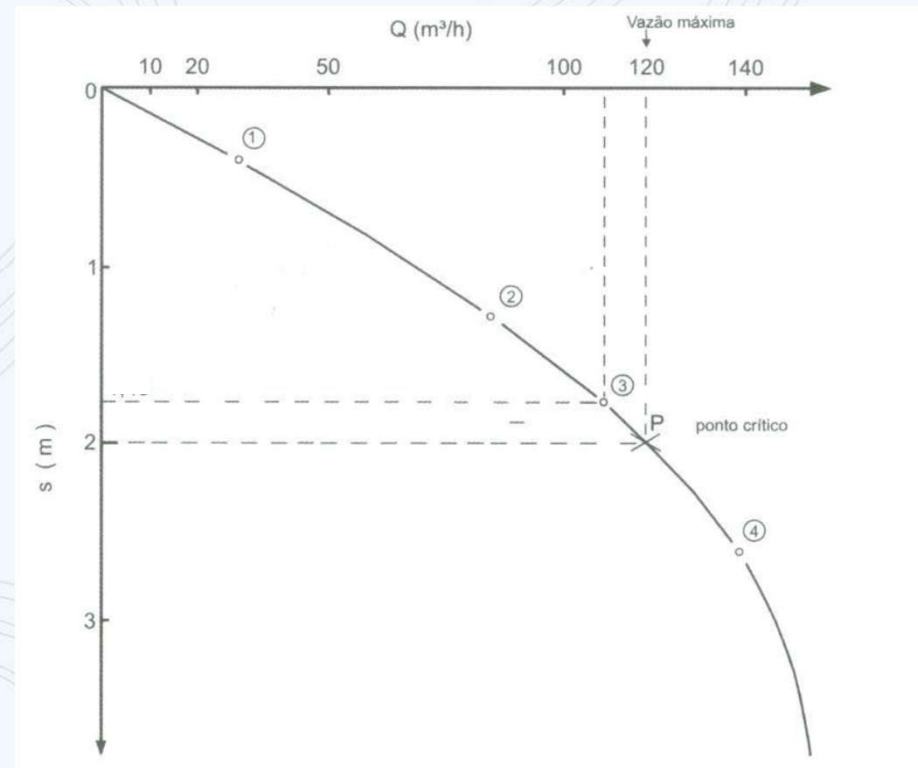
Escalonados



Interpretação de Testes de Produção

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.).



Interpretação de Testes de Produção

Determinação das Perdas de Carga

→ Representa as perdas do aquífero

$$s = BQ + CQ^2$$

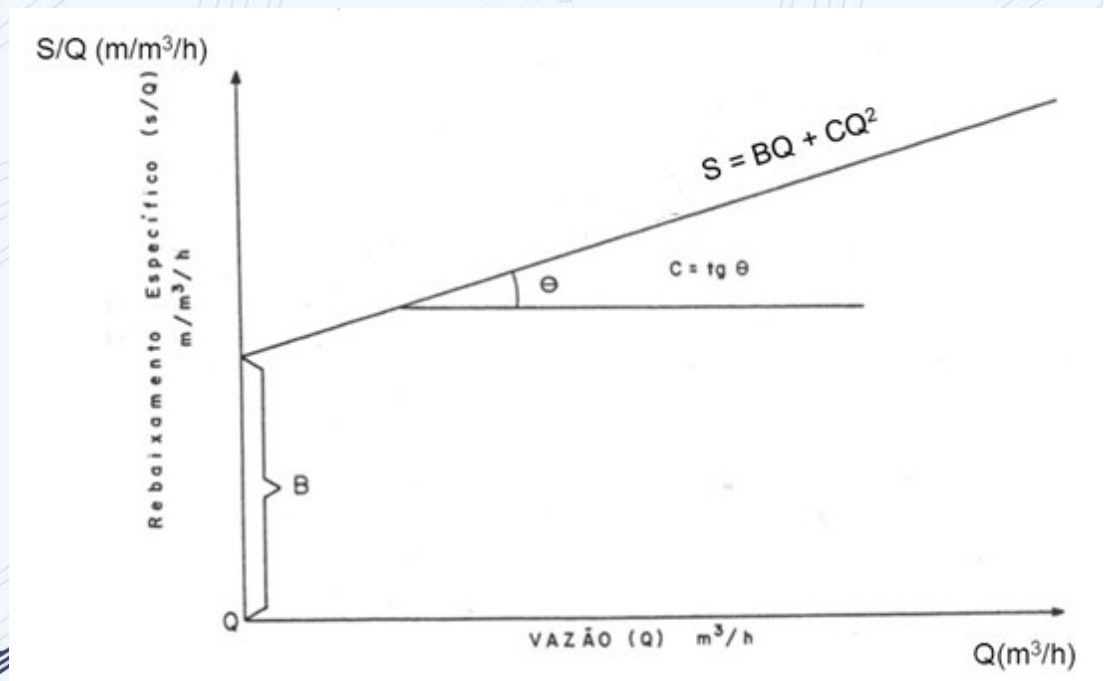
→ Equação característica do poço

Representa as perdas do poço

Determinação da Eficiência do Poço

→ Representa rebaixamento teórico

$$e = BQ / (BQ + CQ^2)$$

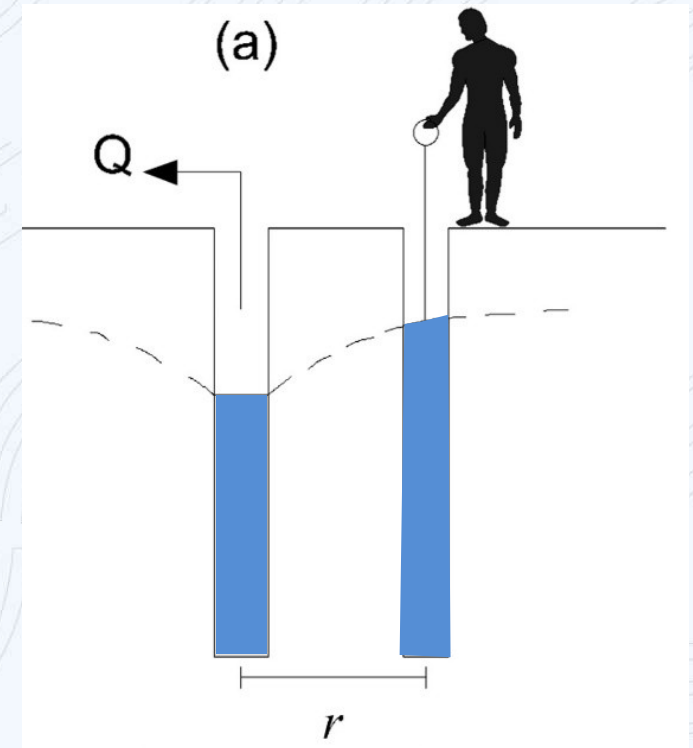


s = rebaixamento em metros;
 B = coeficiente de perdas laminares;
 C = coeficiente de perdas turbulentas;
 Q = vazão em m^3/h .

Teste de Bombeamento

Teste de Aquífero

- 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).
- Caracterização do aquífero - K , T , S .
- 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 ¹	Confinado drenante ²	Livre
Estacionário ³	Thiem	De Glee Hantush-Jacob	Dupuit & Forchheimer
Transiente ⁴	Theis Jacob	Walton Hantush	Hantush-Jacob Boulton-Prickett

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.





ANA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

AS ÁGUAS CONECTAM E O SANEAMENTO TRANSFORMA

Obrigado

Fabricio Bueno da Fonseca Cardoso

fabricio.cardoso@ana.gov.br

