

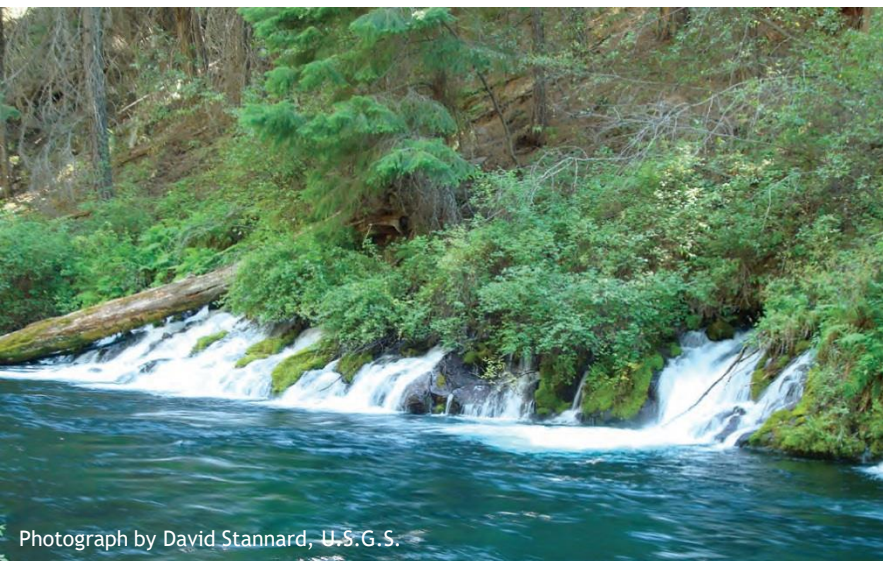
Poços para Captação das Águas Subterrâneas

Fabício Bueno da Fonseca Cardoso
Especialista em Recursos Hídricos



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

São Luís, 16 de maio de 2019



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

**2ª Oficina Progestão:
Intercâmbio sobre outorga
de direito de uso da água**

Tipos de Poços para Captação

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

Poços de grandes diâmetros (0,9 metros 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 30 ou 40 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.



Etapa Prévia:

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

Etapas Construtivas:

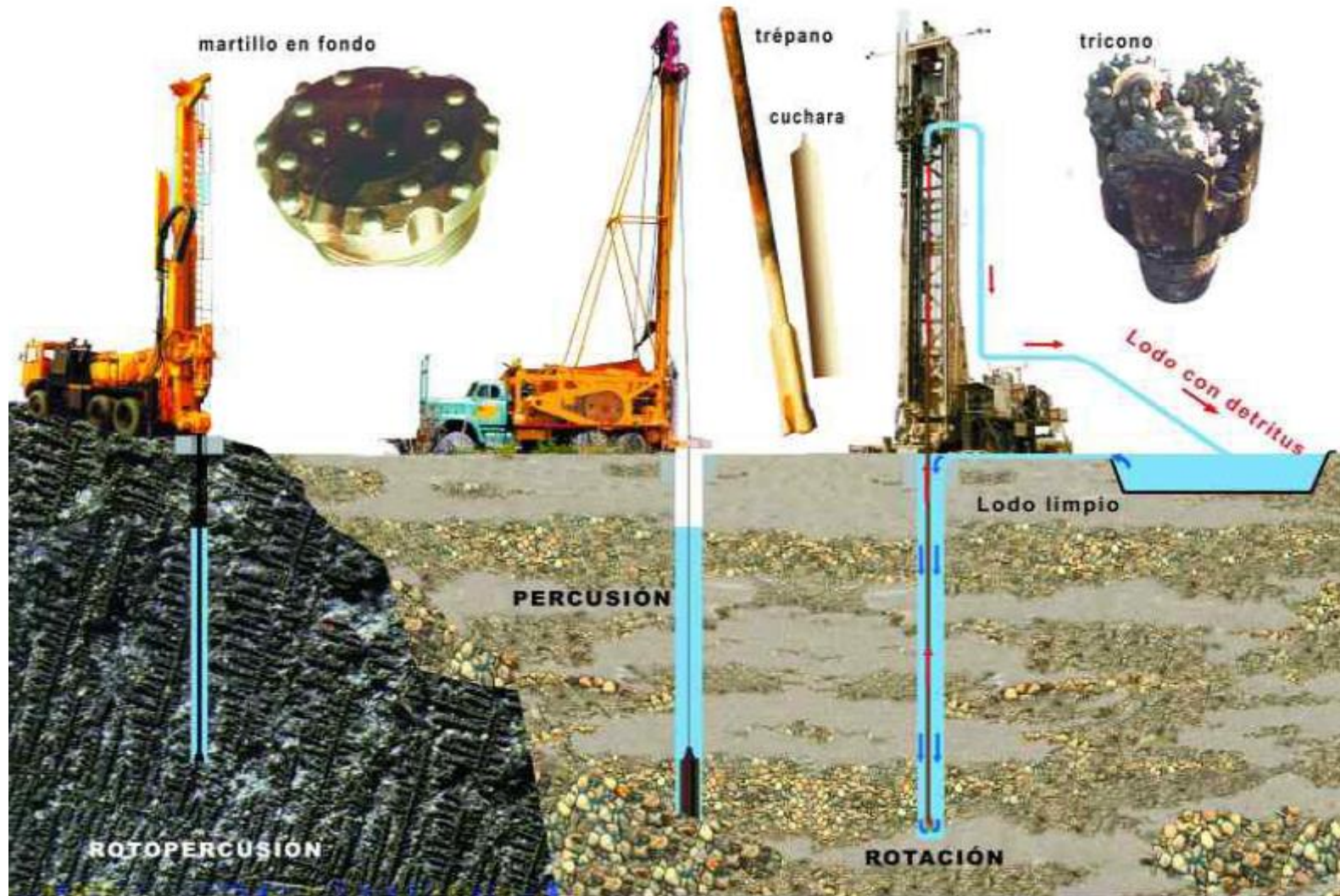
- **Perfuração** - Percussivo, Rotativo ou Rotopneumático.
- **Completação** - Instalação do revestimento, filtro, pré-filtro e cimentação.
- **Limpeza** - retirar toda a lama e resíduos de perfuração.
- **Desenvolvimento** - tem o objetivo de aumentar a condutividade hidráulica natural nas proximidades 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

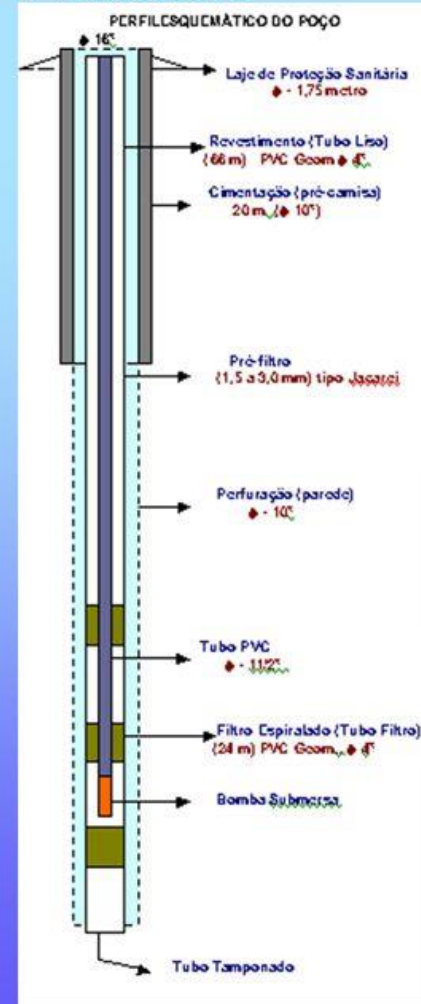
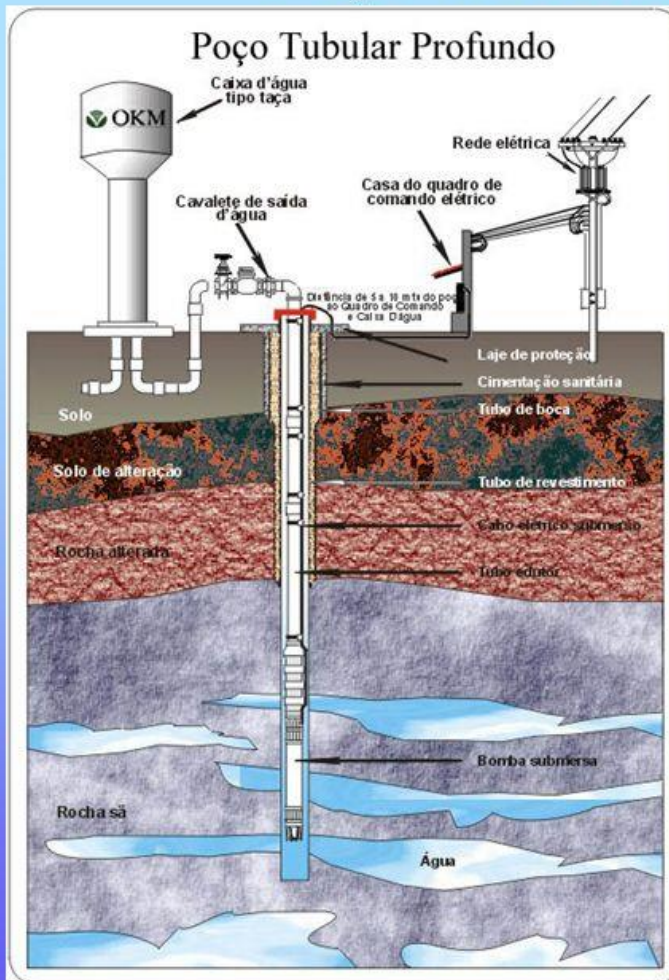


Completação

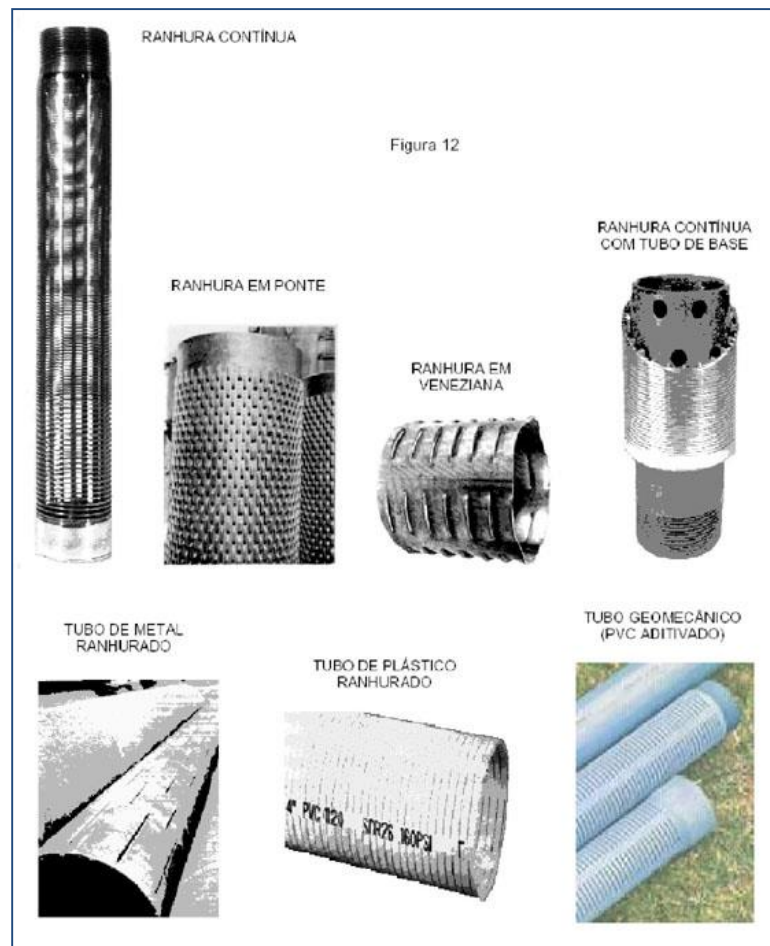
Um poço é composto de vários componentes. Os mais importantes são:

- **Revestimento** - tubos para sustentação das paredes do 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.
- **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.

Poço Tubular Profundo

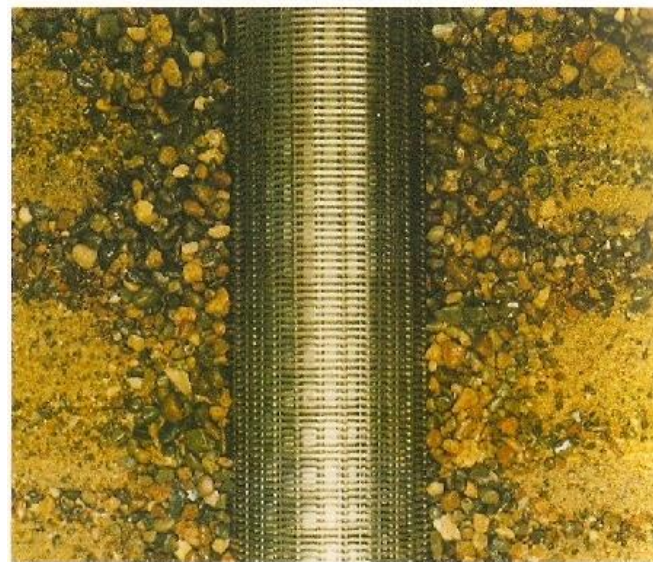


Completação

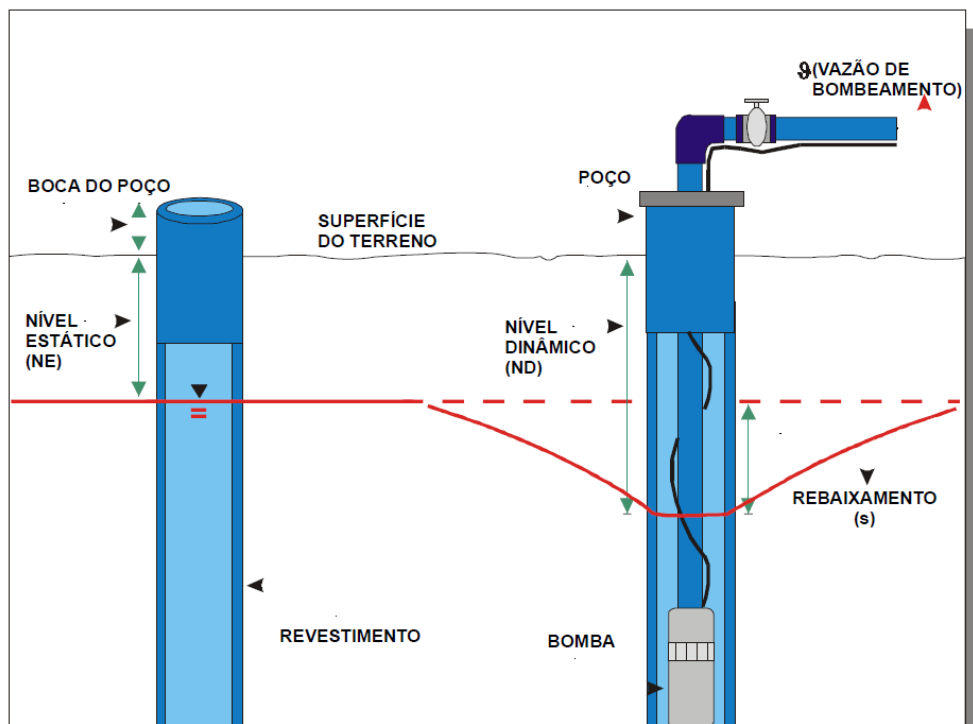


- **Limpeza** - tem o objetivo de retirar toda a lama e resíduos de perfuração de dentro do poço. **Métodos:** Injeção de Água Limpa, Remoção Mecânica de Crostas de Lama (“caçambeamento”).

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, colmatção, etc.). **Métodos:** Superbombeamento, Reversão de Fluxo, Jateamento, Pistoneamento, Pistoneamento Americano, Agentes Dispersivos Químicos.



- Consiste na medida do nível da água 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)

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 (m ³ /h)	Q/S _w (m ³ /h/m)	t' (min)	ND (m)	S _w (m)	Observações

Frequência de medição:

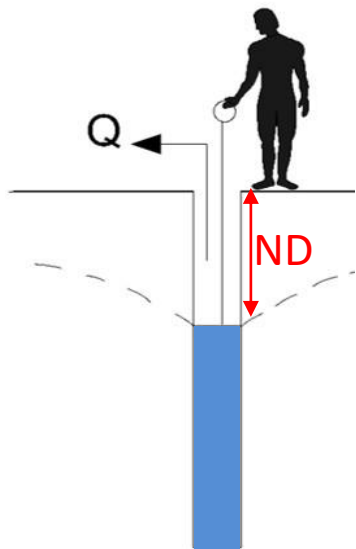
0-10	1 min
10-20	2 min
20-50	5 min
50-100	10 min
100-500	30 min
500-1000	60 min
>1000	100 min

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.

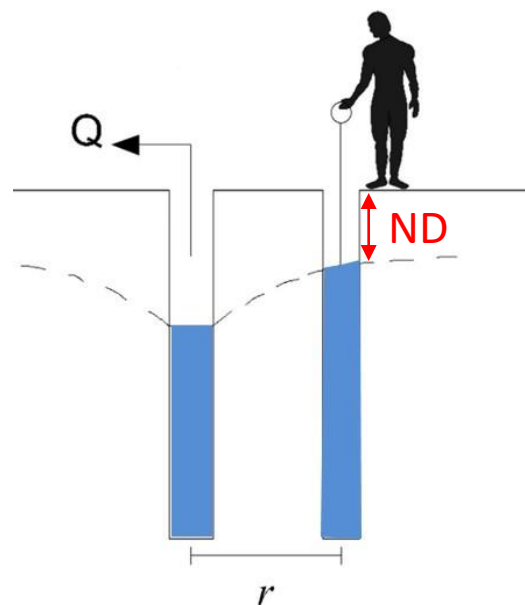
Teste de Produção

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



Teste de Aquífero

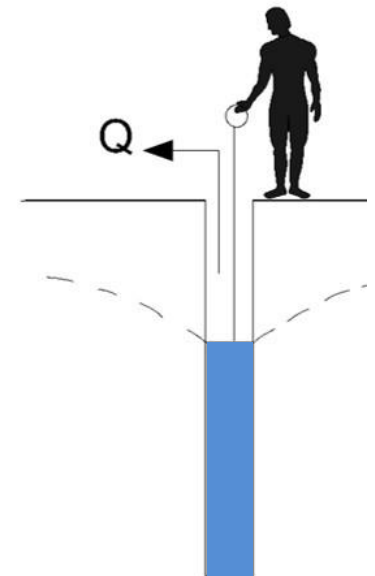
- Caracterizar o aquífero (K, T, S).
- Registro do rebaixamento em poço(s) de observação.



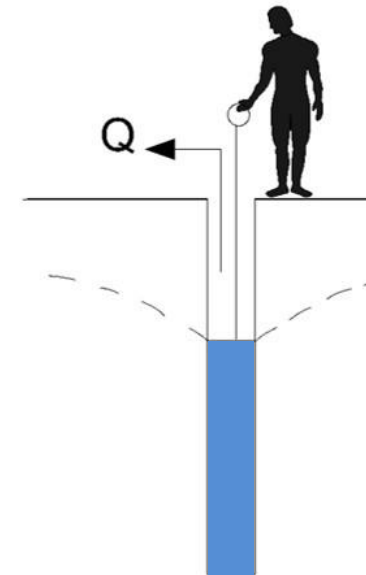
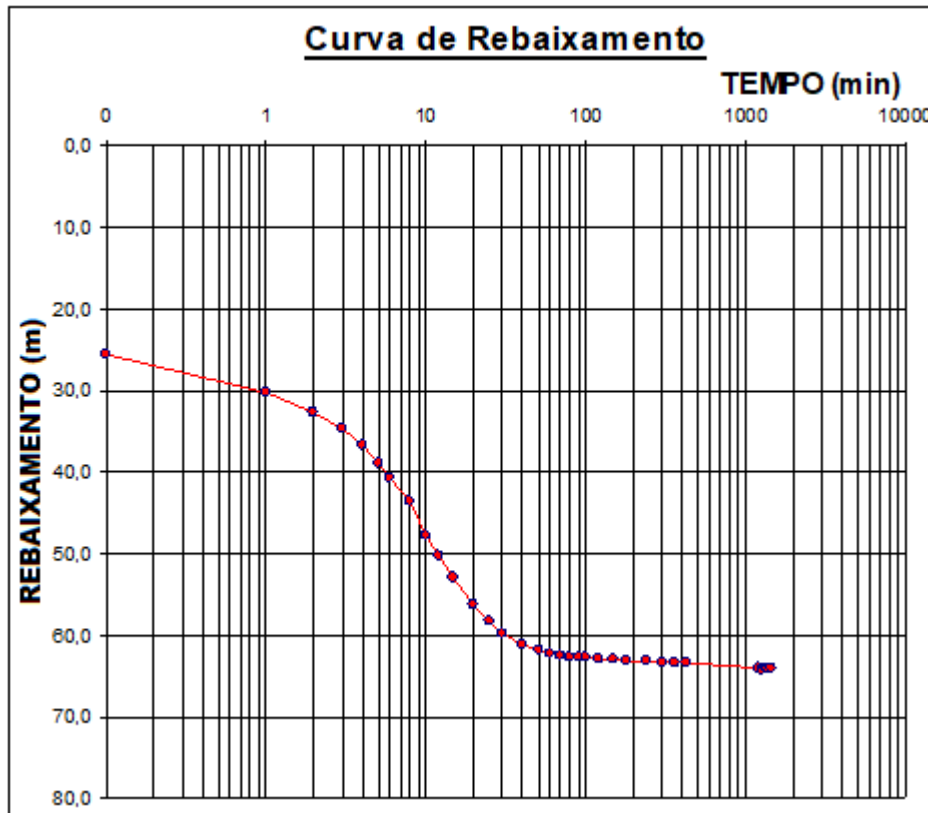
Teste de Produção

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.

- 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 e no aquífero (equação característica do poço $s = BQ + CQ^2$).
- 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 de 3 a 7 horas para cada etapa do escalonado ou sucessivo.



Teste em Etapa Única (Contínuo)

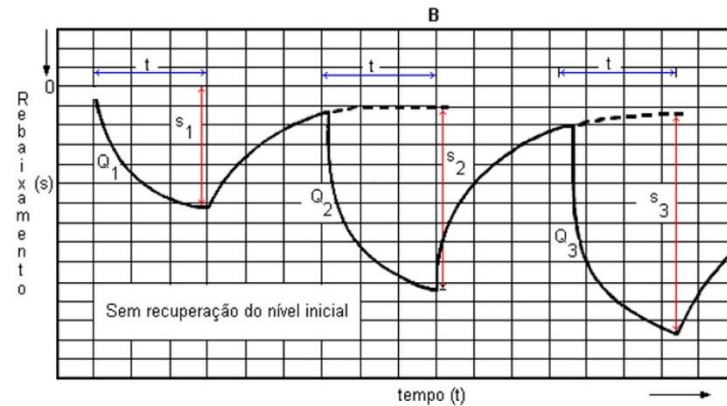
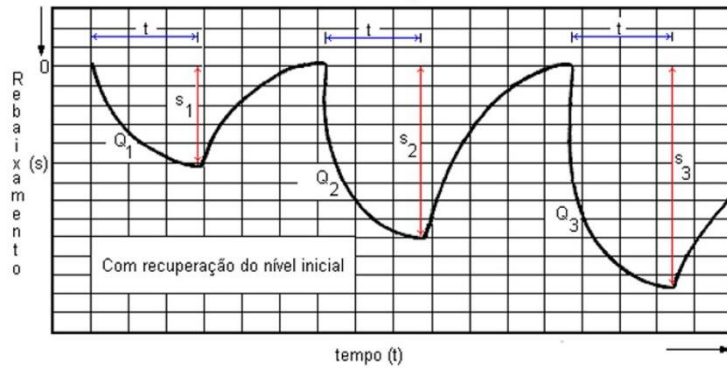


Teste de Produção em Múltiplas Etapas

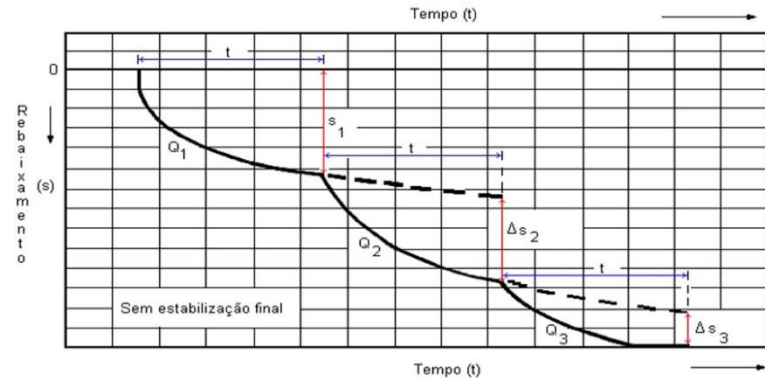
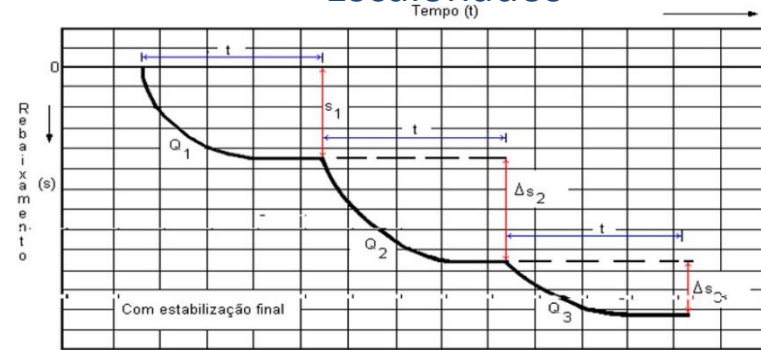
- No mínimo 3 etapas, onde a vazão em cada etapa deve ser constante e $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4 \dots$
- A maior vazão deve ser igual ou superior àquela cogitada para exploração.
- Duração do teste: 3 a 7 horas cada etapa.
- Permite a construção da equação característica do poço $s = BQ + CQ^2$ e a avaliação da eficiência do poço.
- Pode ser em etapas 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

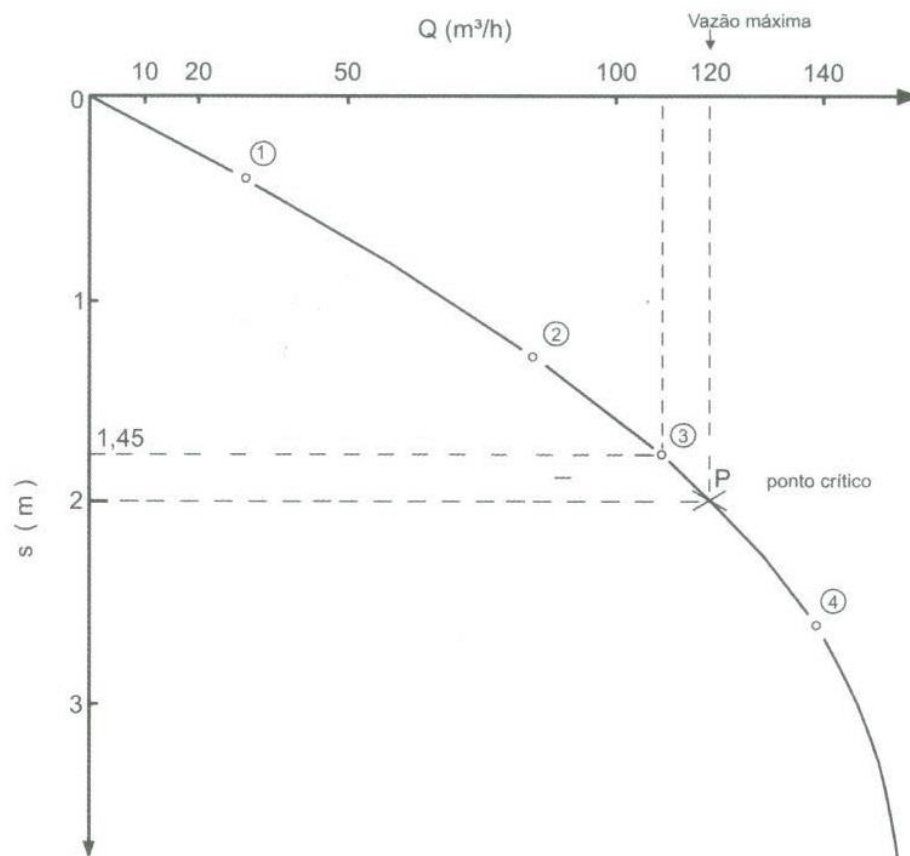


Escalonados



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.).

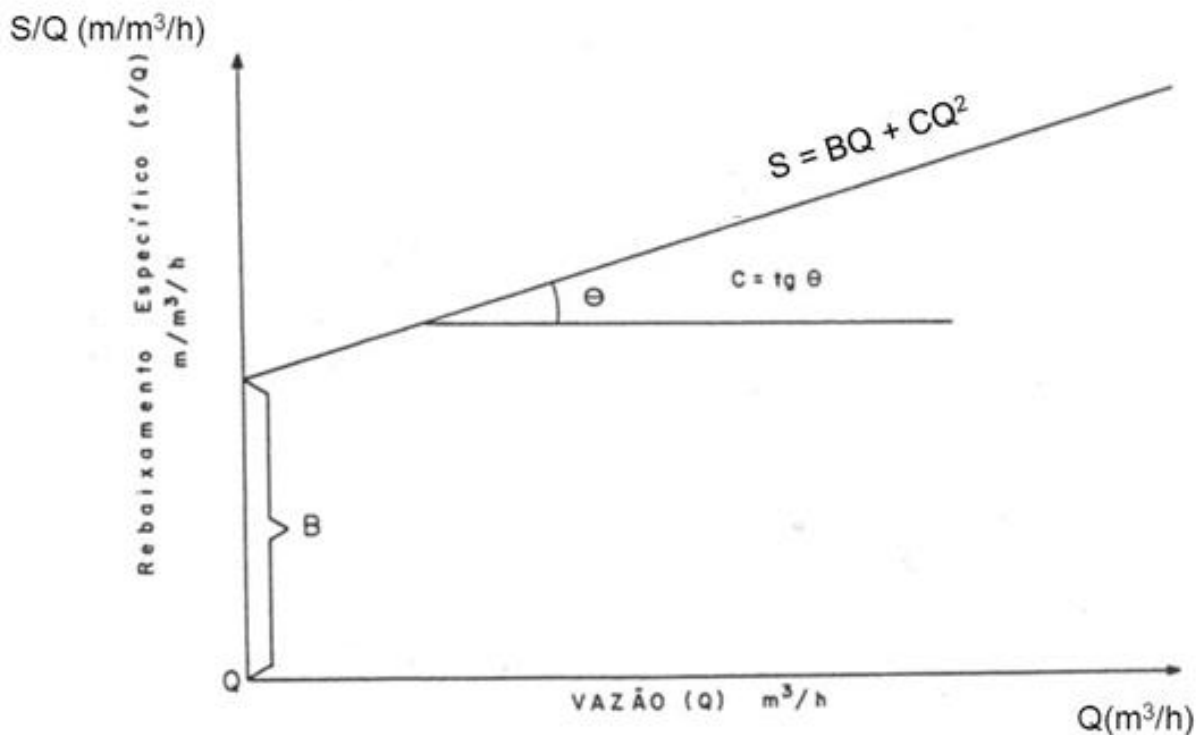


Determinação das Perdas de Carga

↙ Representa as perdas do aquífero

$s = BQ + CQ^2$ ➔ Equação característica do poço

↘ Representa as perdas do poço



s = rebaixamento em metros;
B = coeficiente de perdas laminares;
C = coeficiente de perdas turbulentas;
Q = vazão em m³/h.

Determinação da Eficiência do Poço

→ Representa rebaixamento teórico

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

e = eficiência do poço em %;

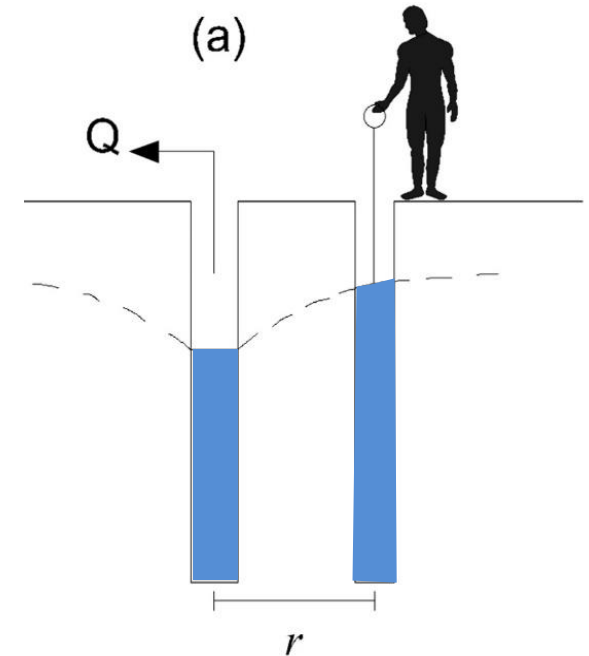
B = coeficiente de perdas lineares (laminares);

C = coeficiente de perdas não lineares (turbulentas);

Q = vazão em m³/h.

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.



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 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

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

www.ana.gov.br



www.twitter.com/anagovbr

The Facebook logo, consisting of the word "facebook" in white lowercase letters on a dark blue rectangular background.

www.facebook.com/anagovbr

The YouTube logo, featuring the word "You" in black and "Tube" in white on a red rounded rectangle.

www.youtube.com/anagovbr