



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo**

## **PMI-1841 ENGENHARIA DE PERFURAÇÃO**

### **AULA 6 – FLUIDOS DE PERFURAÇÃO – Parte II**

**Wilson Siguemasa Iramina**

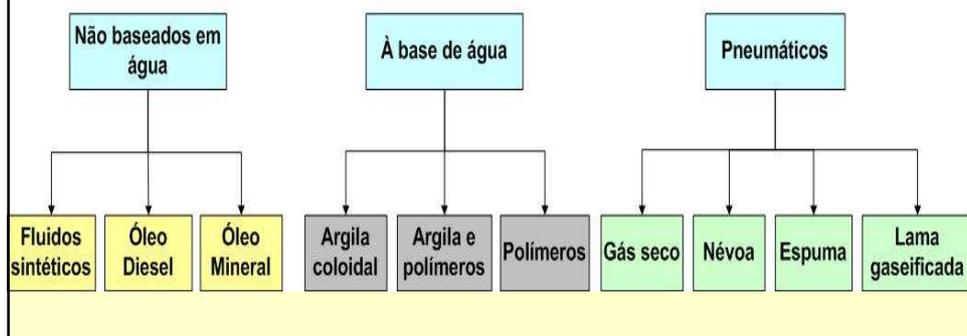
**São Paulo, agosto de 2016**

#### **4. CLASSIFICAÇÃO DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO**

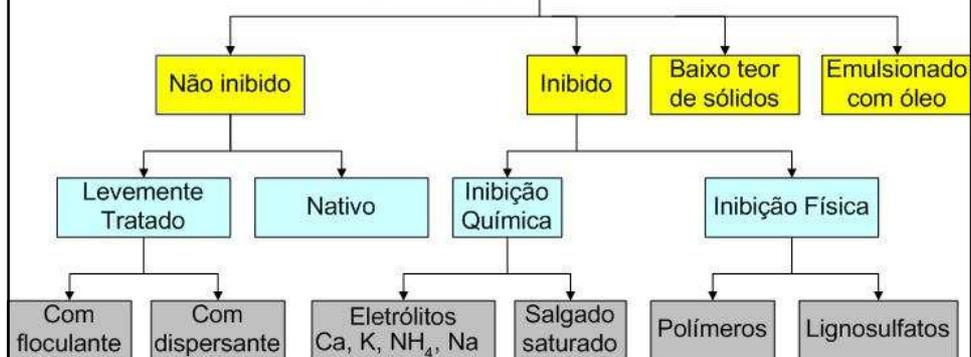
Feita em função da sua composição sendo que o critério principal baseia-se no constituinte principal da fase contínua ou dispersante.

- Fluidos à base de água
- Fluidos à base de óleo
- Fluidos à base de ar ou gás

## CLASSIFICAÇÃO DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO



## Fluidos de perfuração à base de água



## **5. IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO**

Atualmente o maior desafio em se projetar fluidos de perfuração é atender às condições de demandas crescentes de altas temperaturas e pressões encontradas em poços profundos, extensões e poços horizontais e ao mesmo tempo evitar danos ao meio ambiente. Os componentes destes fluidos devem ser selecionados de modo que qualquer descarga deste fluido junto com os fragmentos resulte no menor impacto ambiental possível e também não provoque danos à saúde dos trabalhadores.

Os fluidos são essenciais para o sucesso da perfuração, mas ao mesmo tempo podem ser a causa de grandes sujeiras na perfuração e por isso deve existir a preocupação com a disposição dos fragmentos da perfuração retirados juntamente o fluido remanescente.

### **5. Implicações ambientais dos fluidos de perfuração**

Uso de fluidos de perfuração sintéticos – existem severas restrições aos fragmentos contaminados com fluidos à base de óleo e que levaram à necessidade de se desenvolver fluidos sintéticos ambientalmente mais amigáveis de melhor performance e menos tóxicos e em muitos casos mais biodegradáveis. Os fluidos devem ser testados e regulamentados para a determinação da toxicidade dos seus elementos químicos e também quanto à biodegradação (conceituar) e bioacumulação (conceituar).

Outras referências:

[www.glossary.oilfield.slb.com](http://www.glossary.oilfield.slb.com)

[www.spe.org](http://www.spe.org)

### **Fluidos de perfuração**

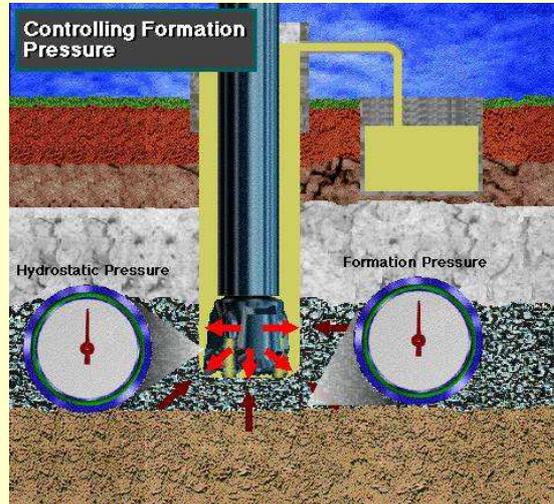
Formar um filme de baixa permeabilidade (reboco ou *filter-cake*) nas paredes do poço



Reboco formado em papel de filtro após ensaio para determinação do volume de filtrado.

## Fluidos de perfuração

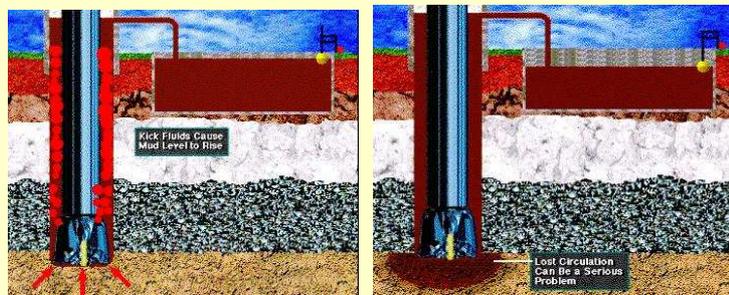
Manter a estabilidade do poço



## Fluidos de perfuração

Manter a estabilidade do poço

- $Ph = Pf \Rightarrow$  equilíbrio desejável, mas perigoso.
- $Ph < Pf \Rightarrow$  podem ocorrer desmoronamentos, estreitamento do furo e *kick*.
- $Ph > Pf \Rightarrow$  situação normal para estabilização do furo; o filtrado invade a formação e forma o reboco.
- $Ph \gg Pf \Rightarrow$  danos à formação pelo excesso de pressão do fluido; podem ocorrer fraturamento da formação e fugas de fluido com perdas de circulação.

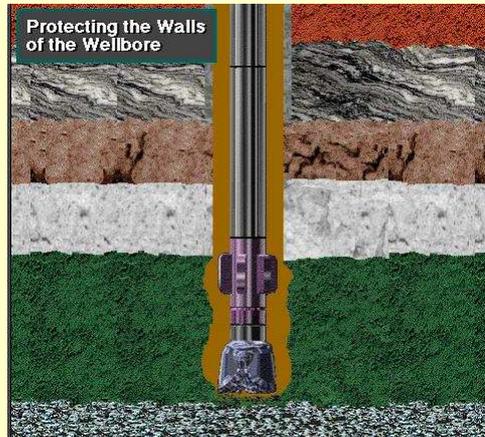


$Ph \ll Pf$

$Ph \gg Pf$

## Fluidos de perfuração

Manter a estabilidade do poço, evitando desmoronamento



## Fluidos de perfuração

Reduzir o atrito entre a coluna de perfuração e as paredes do poço

- Durante a perfuração, em virtude do constante contato da coluna de perfuração com a formação geológica é gerada uma grande quantidade de calor.
- O fluido ajuda a reduzir a temperatura da coluna de perfuração no fundo do poço.



## Fluidos de perfuração

### NÃO deve .....

- ✓ Ser danoso à equipe e ao meio ambiente
- ✓ Interferir no monitoramento do poço e avaliação das formações
- ✓ Reduzir a produção do poço (Danificar o Reservatório)
- ✓ Propiciar corrosão aos equipamentos

## Fluidos de perfuração

### • Propriedades

- ✓ Densidade
- ✓ Parâmetros reológicos
- ✓ Parâmetros de filtração
- ✓ Teor de sólidos
- ✓ Alcalinidade
- ✓ Teor de cloretos ou salinidade
- ✓ Lubricidade
- ✓ Toxicidade
- ✓ Biodegradabilidade

A manutenção dessas propriedades é constante nas sondas e contribui para o sucesso da perfuração!!!!

## Fluidos de perfuração

### • Propriedades

#### ✓ Densidade

Este parâmetro infere diretamente na coluna hidrostática exercida pelo fluido ao longo do poço. O peso específico, ou densidade é determinado

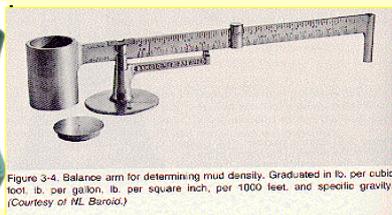


Figure 3-4. Balance arm for determining mud density. Graduated in lb. per cubic foot, lb. per gallon, lb. per square inch, per 1000 feet, and specific gravity. (Courtesy of NE Baroid.)

Balança de lama.

## Fluidos de perfuração

### • Propriedades

#### ✓ Parâmetros reológicos

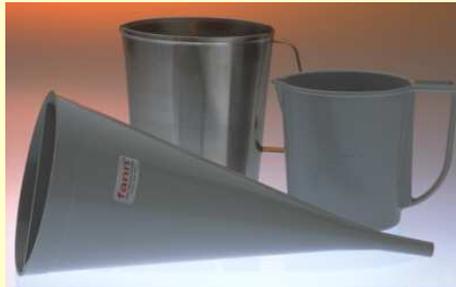
Estas propriedades são medidas com o Reômetro, também conhecido por viscosímetro. O eficiente transporte dos cascalhos à superfície, bem como sua sustentação durante as paradas de circulação, fazem parte do controle reológico do fluido.



## Fluidos de perfuração

**Viscosidade marsh** – Mesmo não fazendo parte de qualquer cálculo de reologia ou carreamento, a viscosidade marsh é utilizada como um possível indicativo de alteração no comportamento do fluido.

Essa viscosidade é medida pelo funil marsh e leva em conta o tempo gasto para 946 ml de fluido escoar pelo citado funil.



## Fluidos de perfuração

### ✓ Parâmetros de filtração (API e HTHP)

Determinação do volume de água livre que por ação da pressão hidrostática, estática e dinâmica, forma um reboco ao longo das paredes do poço. Essa determinação é efetuada em condições normais, a 100 psi, e em condições especiais quando adotamos uma pressão de 500 psi associada a uma temperatura de 250° F. Estas medidas são efetuadas pelos equipamentos de nome Filtro prensa.



Fonte: Profª Luciana Amorim

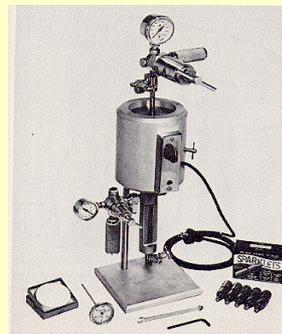
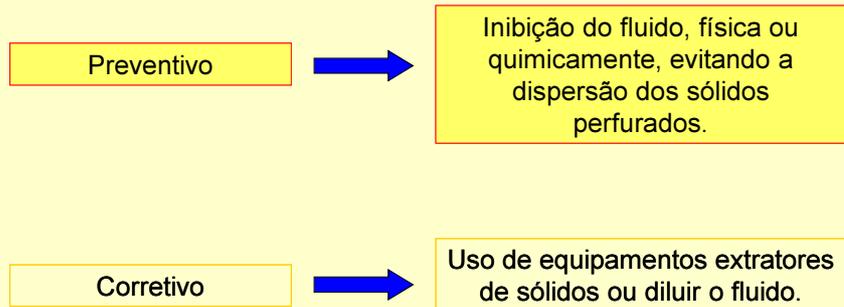


Figure 9-11. High pressure high temperature filter tester with pressure receiver. (Courtesy of AIL Baroid.)

## Fluidos de perfuração

### ✓ Teor de sólidos

#### Tratamento



## Fluidos de perfuração

### ✓ Teor de sólidos

Esta medida é efetuada pelo equipamento chamado de retorta a qual fornece os percentuais de água e sólidos existentes no fluido, lidos diretamente numa proveta de 10 ml.

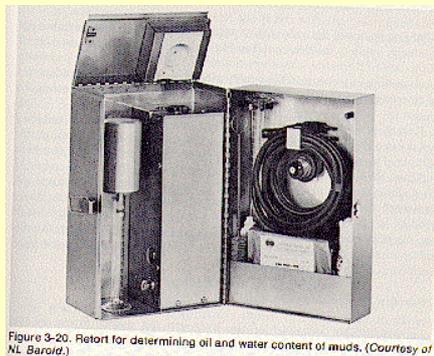


Figure 3-20. Retort for determining oil and water content of muds. (Courtesy of NL Baroid.)

## Fluidos de perfuração

### ✓ Alcalinidade

- Importante para inibir corrosão da coluna de perfuração.
- Deve ser mantido entre 7 e 10.



Papel indicador de pH.



Phmetro digital de bolso.

## Fluidos de perfuração

### ✓ Teor de cloretos ou salinidade

A determinação do teor de cloretos é efetuada pelo método volumétrico, onde a precipitação do mesmo na forma de  $\text{AgCl}$ , com uso de  $\text{AgNO}_3$  em presença de dicromato de sódio quantifica a presença do íon no fluido.

#### USADO PARA:

- identificar o teor salino da água de preparo do fluido de perfuração;
- controlar a salinidade de fluidos inibidos com sal;
- identificar influxos de água salgada
- identificar a perfuração de uma rocha ou domo salino.



Kit de campo para análises químicas.

## Fluidos de perfuração

✓ **Lubrificação** – Determina um melhor desempenho da broca com conseqüente melhora na taxa de penetração.

✓ **Toxicidade** – Quantifica o grau de agressão, do fluido, ao meio ambiente.

✓ **Biodegradabilidade** – A quebra, fácil, das cadeias dos produtos utilizados determinará o impacto temporal ao meio ambiente.



## Fluidos de perfuração

Com o estudo e definição do cenário a ser perfurado, o fluido é devidamente projetado visando atender os diferentes tipos de formações que serão cortadas.

Busca-se minimizar a interação da rocha com o fluido, ao que chamamos inibição, preservando, assim, a integridade da formação perfurada e os possíveis fluidos nelas contidos.

Assim sendo utiliza-se o fluido mais viável a fase a ser perfurada, levando-se em conta, também, o fator econômico.

## Fluidos de perfuração

### Classificação

➤ Os fluidos de perfuração são classificados de acordo com o seu constituinte principal.

- **BASE AGUA**
- **EMULSÃO INVERSA**
  - **BASE DE ÓLEO DIESEL**
  - **FLUIDOS SINTÉTICOS**
- **BASE AR**

## Fluidos de perfuração

### FLUIDOS BASE ÁGUA

- **USADOS NAS FASES INICIAIS DE POÇO**

- **NATIVO**

Freqüentemente envolve formações de pouco ou nenhum interesse.

Baixíssima capacidade de inibição das formações expostas

- Água do mar + Argilas Nativas

- **CONVENCIONAL**

- Água doce + Bentonita (20 a 30 lb/bbl)

Argila comercial mais usada nos fluidos de perfuração.

A bentonita sódica é amplamente utilizada na formulação dos fluidos de perfuração, por sua característica de quando em meio aquoso, adsorver uma quantidade elevada de água, expandindo e aumentando de volume.

## Fluidos de perfuração

### FLUIDOS DE EMULSÃO INVERSA

- A BASE DE ÓLEO DIESEL
  - FORA DE USO NA E & P -BC desde o final da década de 80 para atender aos critérios de proteção ao Meio Ambiente.
- FLUIDOS SINTÉTICOS
  - Nova geração em fluidos.
  - São fluidos cuja fase líquida contínua é um líquido sintético.
  - Podem desempenhar as mesmas funções dos fluidos à base de óleo, bem como serem utilizados em situações nas quais os fluidos à base de água sofrem limitações.
  - São menos tóxicos que os fluidos base óleo.
  - Desvantagem: alto custo.

## Fluidos de perfuração

### Quando usar?

- poços de longo alcance (erw)
- poços de alta inclinação
- poços horizontais
- poços com hpht
- perfuração de intervalos salinos.

### Denominados:

- ✓ A BASE DE ÉSTER
- ✓ A BASE DE ÉTER
- ✓ A BASE DE OLEFINAS
- ✓ ALDEIDOS
- ✓ LINEAR ALQUIL BENZENO
- ✓ PARAFINAS

## **Fluidos de perfuração**

### **FLUIDOS BASE AR**

Alguns cenários de perfuração exigem a aplicação de fluidos de baixas densidades.

Estes fluidos são obtidos, com a adição de produtos que têm por objetivo obter um fluido com a densidade final, inferior a da fase contínua deste mesmo fluido.

Estes sistemas são obtidos a partir da adição de um líquido mais leve que a fase contínua do fluido, através da inserção de uma fase gasosa em sua composição original, ou através da perfuração diretamente com gás.