

WORKOVER

Introdução ao Workover e Completações
para Operações de Perfuração

Fluidos de Completação/Intervenção

É desejável que os fluidos de completção/workover tenham as seguintes funções:

- ⦿ Minimizar a corrosão de equipamentos no poço;
- ⦿ Controlar a pressão do reservatório;
- ⦿ Fornecer massa específica sem um teor elevado de sólidos que poderiam danificar a formação produtora.

Salmouras

- ◎ A utilização das salmouras são vantajosas porque elas fornecem massa específica sem um teor elevado de sólidos que poderiam danificar a formação produtora.

Salmouras

Os impactos causados na densidade das salmouras devido a:

- ◎ **Cristalização:** Ela reduz a massa específica e pode causar problemas de bombeamento.
- ◎ **Aumento de temperatura:** o efeito causado por esse aumento de temperatura faz com que a densidade da salmoura seja reduzida.

Calculando a densidade da salmoura

Qual é a massa específica da salmoura (sem fator de segurança) que deve ser misturada na superfície para o recalque (bullhead) do poço, dadas as seguintes informações? (Por favor use a tabela de temperatura e densidade)

- Massa específica do fluido na coluna = 3,7 lb/gal
- Pressão de fechamento na coluna de produção (SITP) = 2250 psi
- Profundidade vertical = 2073 m
- Temperatura média do poço = 90,6 °C
- Temperatura de superfície = 23,9 °C

- a) 10,3 ppg
- b) 10,4 ppg
- c) 10,5 ppg
- d) 10,6 ppg

Massa específica (lb/gal)	Perda de massa específica (lb/gal/ °C)
8.4 – 9.0	0,00306
9.1 – 11.0	0,00450
11.1 – 14.5	0,00594
14.6 – 17.0	0,00720
17.1 – 19.2	0,00864

Ponto de Saturação

- ◎ Ponto de saturação é o limite da quantidade de sal que pode ser dissolvida na lama à base de água.

Formação de Hidratos

- ◎ A formação de hidratos ocorre quando o metano ou outro gás, se combina com a água a uma determinada condição de temperatura e pressão.

Migração do Gás

- ◎ A migração do gás depende do tipo de fluido e reologia, e da geometria do poço. Logo a taxa de migração do gás será mais rápida em um fluido sem sólidos (Ex.: salmoura) em comparação com um fluido de perfuração (Ex.: fluido base água com bentonita).

Métodos de Controle

- ◎ Bullheading (Recalque);
- ◎ Lubrificate and Bleed;
- ◎ Circulação Reversa;

Desses três métodos, a circulação reversa e o bullheading são os mais utilizados.

Bullheading

- O *Bullheading* é frequentemente usado em poços completados em que as profundidades dos canhoneiros, geometria do poço, e as características da formação são bem conhecidas.

Limitações de pressão que podem ser estimadas com um alto grau de precisão:

- ⦿ Pressão máxima permitida da bomba.
- ⦿ Classificação da pressão nos equipamentos da cabeça do poço.
- ⦿ Classificação da pressão (ruptura) interno do tubo.
- ⦿ Classificação da pressão de colapso do tubo.
- ⦿ Classificação da pressão (ruptura) interna do revestimento.
- ⦿ Integridade da formação (pressão da fratura).

Pressão Máxima - MAASP

Para determinarmos a máxima pressão durante o bullheading precisamos conhecer:

- ⦿ A pressão de fratura da formação;
- ⦿ O peso da lama de matar;
- ⦿ A profundidade do topo dos canhoneados;

$$\text{MAASP} = [(\text{Gradiente de fratura} - \text{Gradiente de poros}) \times \text{Topo dos canhoneados}] + \text{SITP}$$

Calculando a pressão máxima

Com base em condições estáticas antes de começar a bombear, calcule o limite máximo de pressão na superfície para uma operação de recalque (bullheading). Informações do poço:

SITP (Pressão de fechamento da coluna de produção) = 2100 psi

SICP = 0 psi

Topo dos canhoneados = 2804 m (profundidade medida / profundidade vertical verdadeira)

Base dos canhoneados = 2926 m (profundidade medida / profundidade vertical verdadeira)

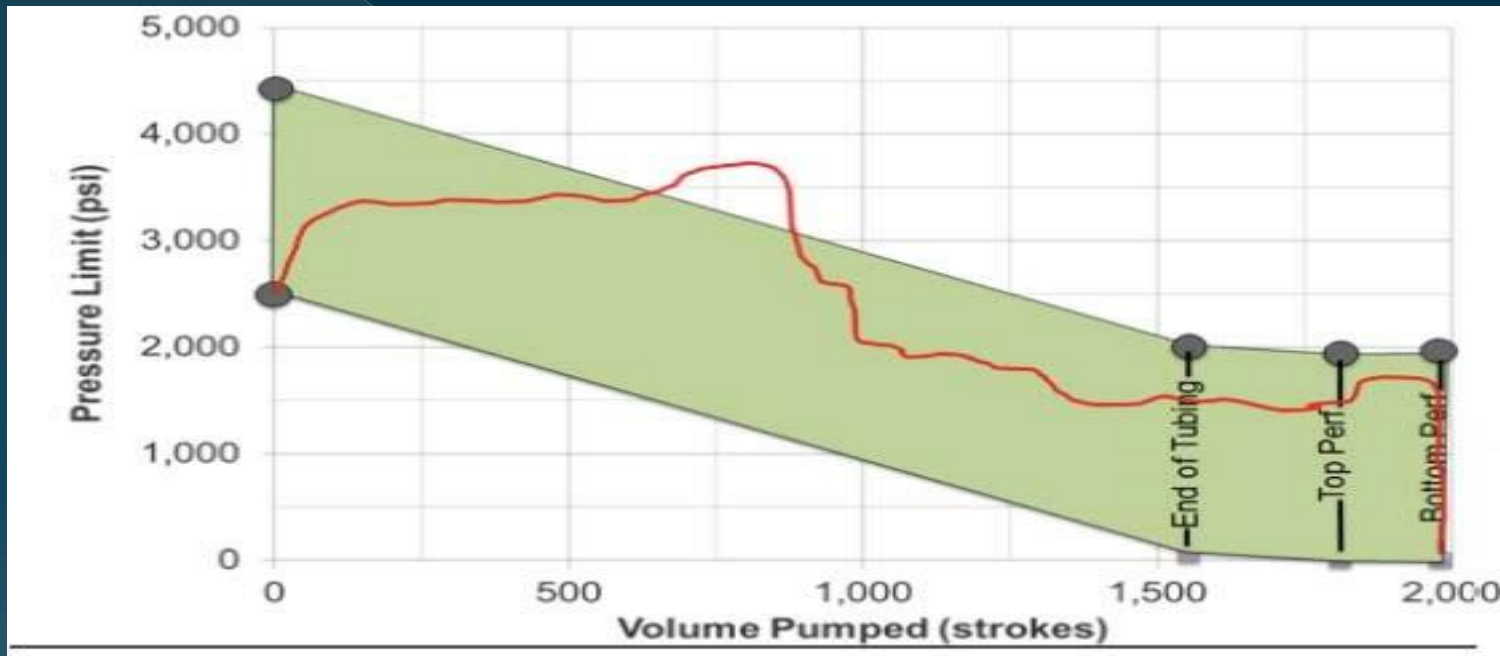
Gradiente de fratura = 1,9619 psi/m

Gradiente de poros = 1,1942 psi/m

a) 4252 psi b) 5500 psi c) 1250 psi d) 3350 psi

Análise de um gráfico de um Bullheading

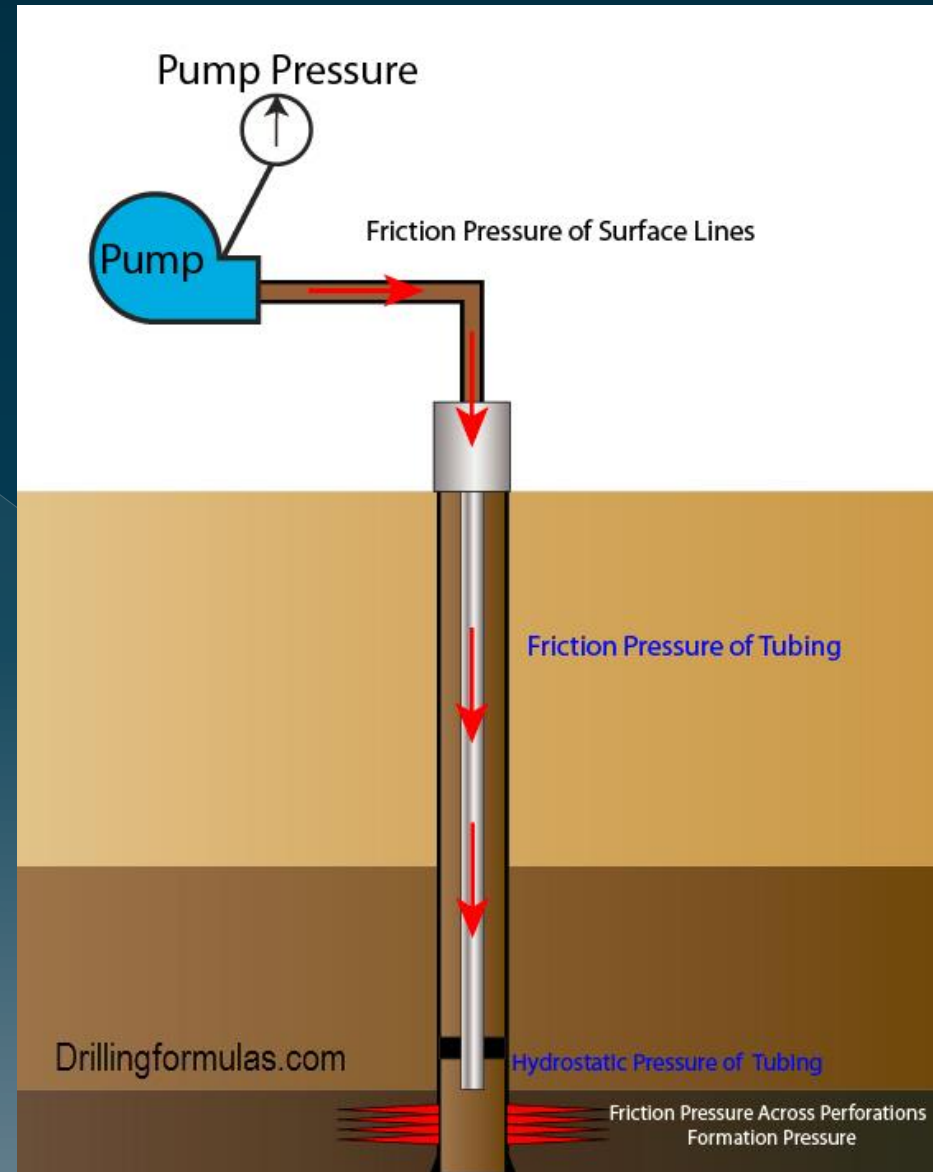
Dada a seguinte janela de recalque/bullheading (área sombreada) e os dados reais da bomba (linha), o que provavelmente ocorreu à formação?



- a) A frequência da bomba era muito alta; a formação foi provavelmente fraturada.
- b) A frequência da bomba era aceitável ao longo da operação; tudo está OK.
- c) A frequência da bomba era muito baixa; os fluidos não foram empurrados de volta para a formação.

Estimativas precisas do volume do fluido

- Volume nas linhas de superfície.
- Volume interno da tubulação.
- Volume do revestimento do final da tubulação (EOT – *end of tubing*) até o fim dos canhoneados.



Você vai amortecer um poço por recalque (bullheading).

Coluna de produção: 3124 m de 2 7/8" OD (2,441" ID)

Obturador (packer) assentado a 3042 m

Revestimento de 7": 26 lb/pé, capacidade = 0,12533 bbl/m

O revestimento está canhoneado a 3191 m

Qual é o menor volume de fluido de matar que deve ser bombeado para amortecer este poço?

- a) 33,8 barris
- b) 59,5 barris
- c) 63,2 barris
- d) 67,9 barris

Considerações básicas ao escolher as taxas de bombeio

- Limites de pressão devido à perda de carga.
- Superação da migração do gás.

O gás na tubulação irá migrar contra o fluido bombeado a menos que a taxa da bombeio esteja alta o suficiente para forçar o fluido para dentro do fluxo turbulento.

Geralmente bombeia-se um tampão viscoso antes da lama de matar para diminuir a taxa de migração do gás. Porém resultará em pressão na coluna.

Método De Lubrificação E Drenagem (Lubricate And Bleed)

- ⦿ O Método *Lube and Bleed* é uma aplicação do Método Volumétrico que pode ser usada para remover o gás na superfície de forma segura, quando não é possível circular o gás para fora do poço.
- ⦿ A operação implica no bombeio de um volume de fluido cuidadosamente medido e drenagem de gás.
- ⦿ Após injetar o fluido, deve-se analisar o tempo necessário para que o fluido desça através do gás, aumentando, assim, a pressão hidrostática anular.

Lubricate and Bleed – Método Volumétrico

- ⦿ Quando o gás atinge a superfície depois de completar o método volumétrico, o passo seguinte para remover o gás é injetar fluido e drenar o gás em ciclos calculados (calculated steps).

Método de Circulação Reversa

- A circulação reversa consiste em bombear o fluido de completação pelo anular, com retorno do óleo ou gás pela coluna até encher todo o poço e coluna com o fluido de amortecimento. Neste caso, é necessário haver um ponto de comunicação entre a coluna e o anular, que pode ser um mandril de gas-lift, uma sliding sleeve, por exemplo.

Método de Circulação Reversa

Vantagens da circulação reversa:

- ⦿ Esta é a menor e mais rápida rota para circular qualquer fluido para a superfície;
- ⦿ Reduz o problema de contaminação entre o fluido de amortecimento que se encontra no espaço anular e o fluido produzido pelo reservatório.
- ⦿ Muitas vezes o fluido do anular (fluido de amortecimento) é suficientemente denso para contrabalancear a pressão da formação, eliminando a necessidade de se preparar e pesar um novo fluido.

Método de Circulação Reversa

Desvantagem da circulação reversa:

- ⦿ A maior perda de carga ocorre dentro de tubulações de menores diâmetros.
- ⦿ Quando circulando em reversa a maior parte da pressão de bombeio é exercida no espaço anular;
- ⦿ Formações anormalmente baixas podem não suportar pressões hidrodinâmicas;
- ⦿ Revestimentos desgastados por vários motivos, podem falhar (resultado de altas pressões), a tubulação cheia de gás e/ ou a coluna desgastada podem colapsar devido ao diferencial pressão.

Pressão no fundo do poço em dinâmica

◎ **Circulação Convencional:**

$BHP = \text{Pressão hidrostática} + \text{Perda de carga do espaço anular}$

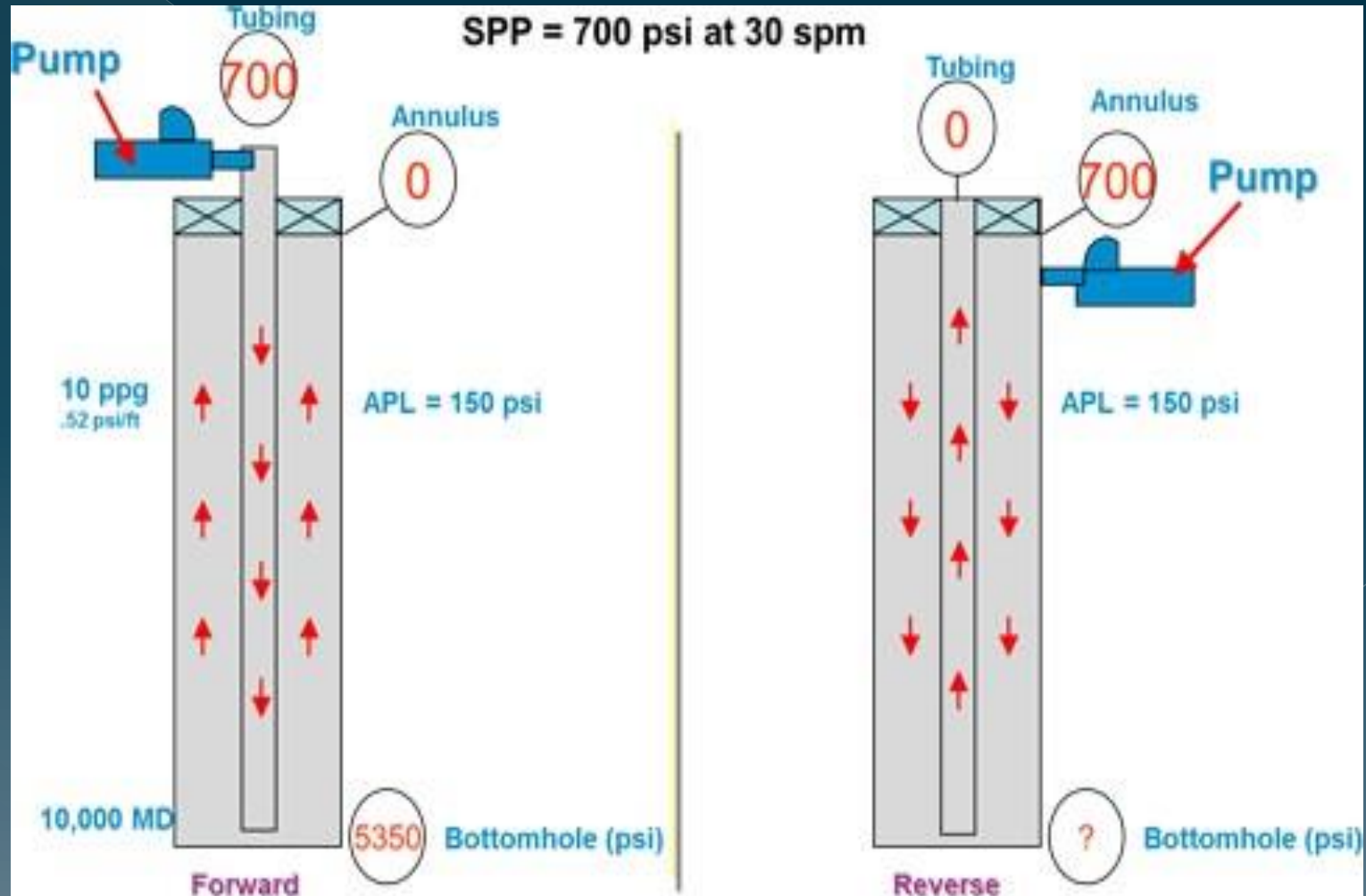
◎ **Circulação Reversa:**

$BHP = \text{Pressão hidrostática} + \text{Perda de carga da coluna de trabalho}$

Pressão no fundo do poço em dinâmica

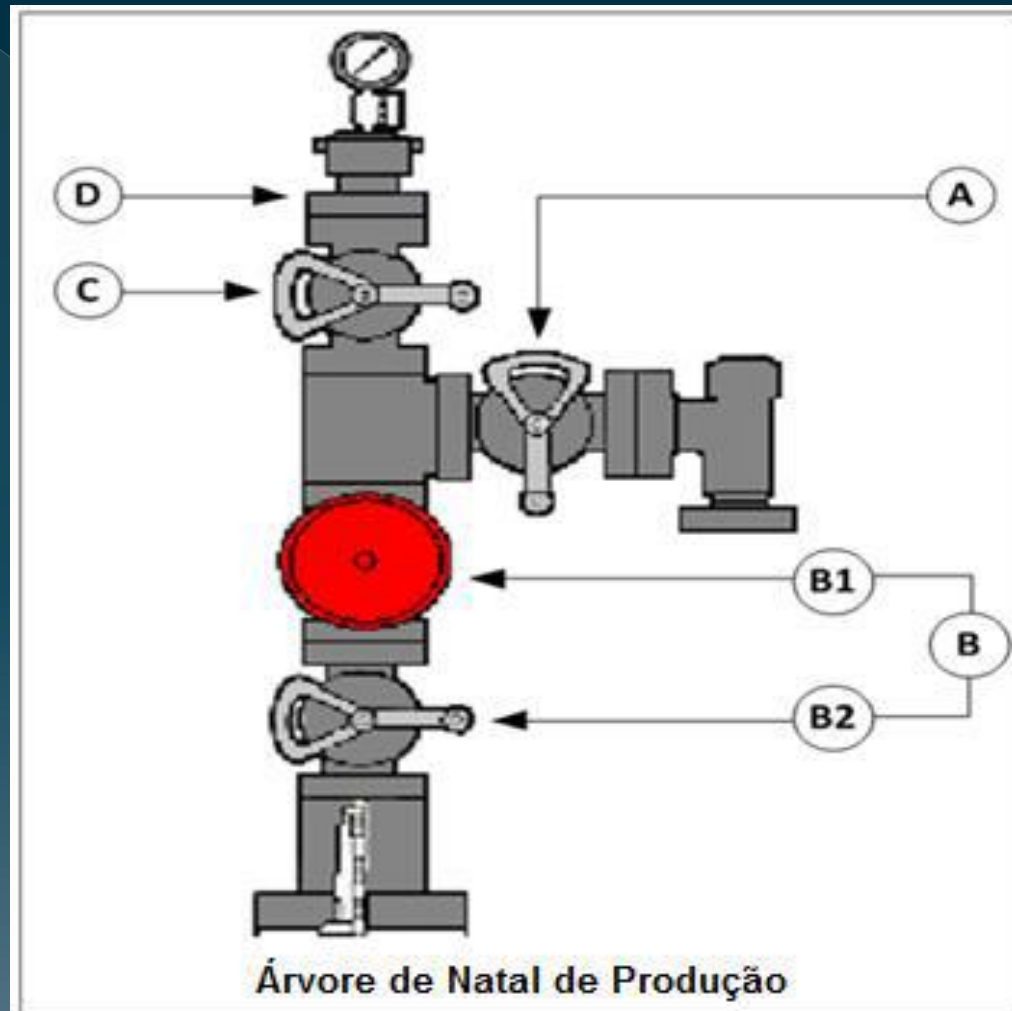
Utilize a imagem abaixo para determinar a pressão no fundo do poço (BHP) quando em circulação reversa:

- a. 5200 psi
- b. 5350 psi
- c. 5750 psi
- d. 5900 psi



Equipamentos

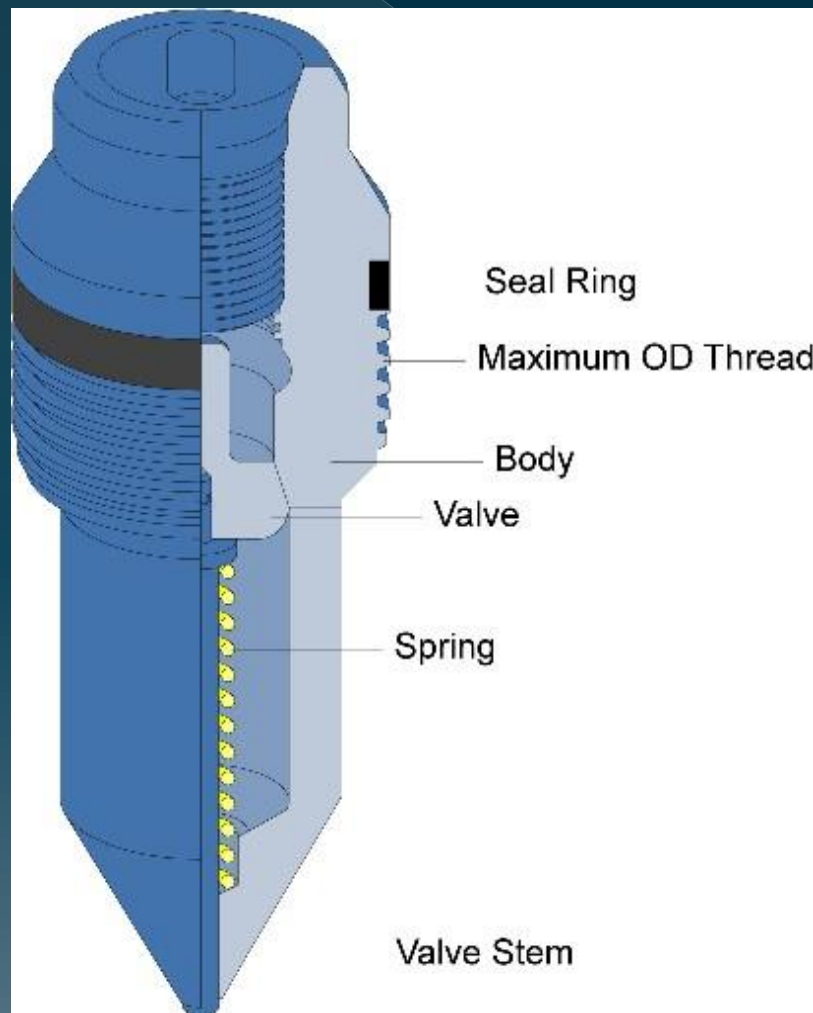
Master Valve Inferior



B2 é a válvula mestre (master valve) que deve ser utilizada apenas para uma emergência.

Equipamentos

Back-Pressure Valve instalada no tubing hanger



- É um tipo de válvula de retenção, normalmente instalada no tubing hanger, para isolar a coluna de produção.
- Assim, reduz o tempo de inatividade e o custo operacional, permitindo reparos sem matar o poço (ex: remoção da árvore de natal).
- Antes de instalar a BPV é uma prática comum pressurizar a coluna para testar o plug (tampão) que foi instalado na coluna.

Válvula de retenção de duas vias (Two way check valve)



Two Way Check Valve (TWCV)

Se a árvore de natal acima da Back Pressure Valve precisar ser testada sob pressão, a válvula de retenção de 2 vias deve ser instalada no tubing hanger para pressões de até 20.000 psi.

Valve Removal Plug - VR Plug (Tampão de remoção de válvula)

- É uma pequena válvula de retenção (check valve) rosqueada que é instalada em uma válvula lateral da cabeça do poço.
- É usada para isolar a pressão proveniente do poço para fazer a remoção da válvula de saída.

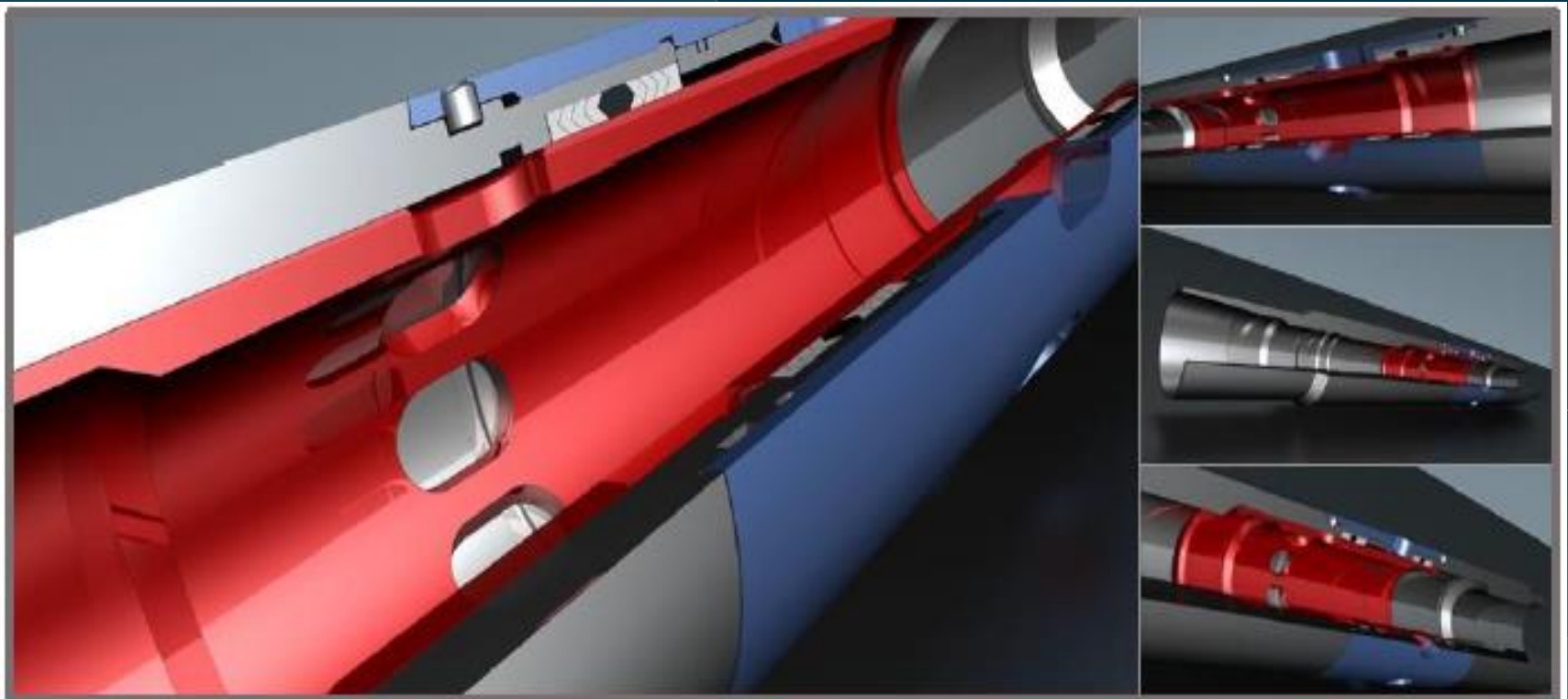
Bridge Plug (Vedador)

- É uma ferramenta do fundo do poço que é descido, assentado no revestimento (da mesma maneira que um packer) e usado para isolar o fundo do poço ou uma zona inferior, enquanto uma seção superior estiver sendo testada ou cimentada.
- Esses tampões mecânicos podem ser permanentes ou recuperáveis e podem ser descidos tanto na coluna de trabalho como em um *wireline*.
- Se o tampão (*plug*) for usado para evitar fluxo da formação, a execução de um teste negativo deve também ser levada em consideração.

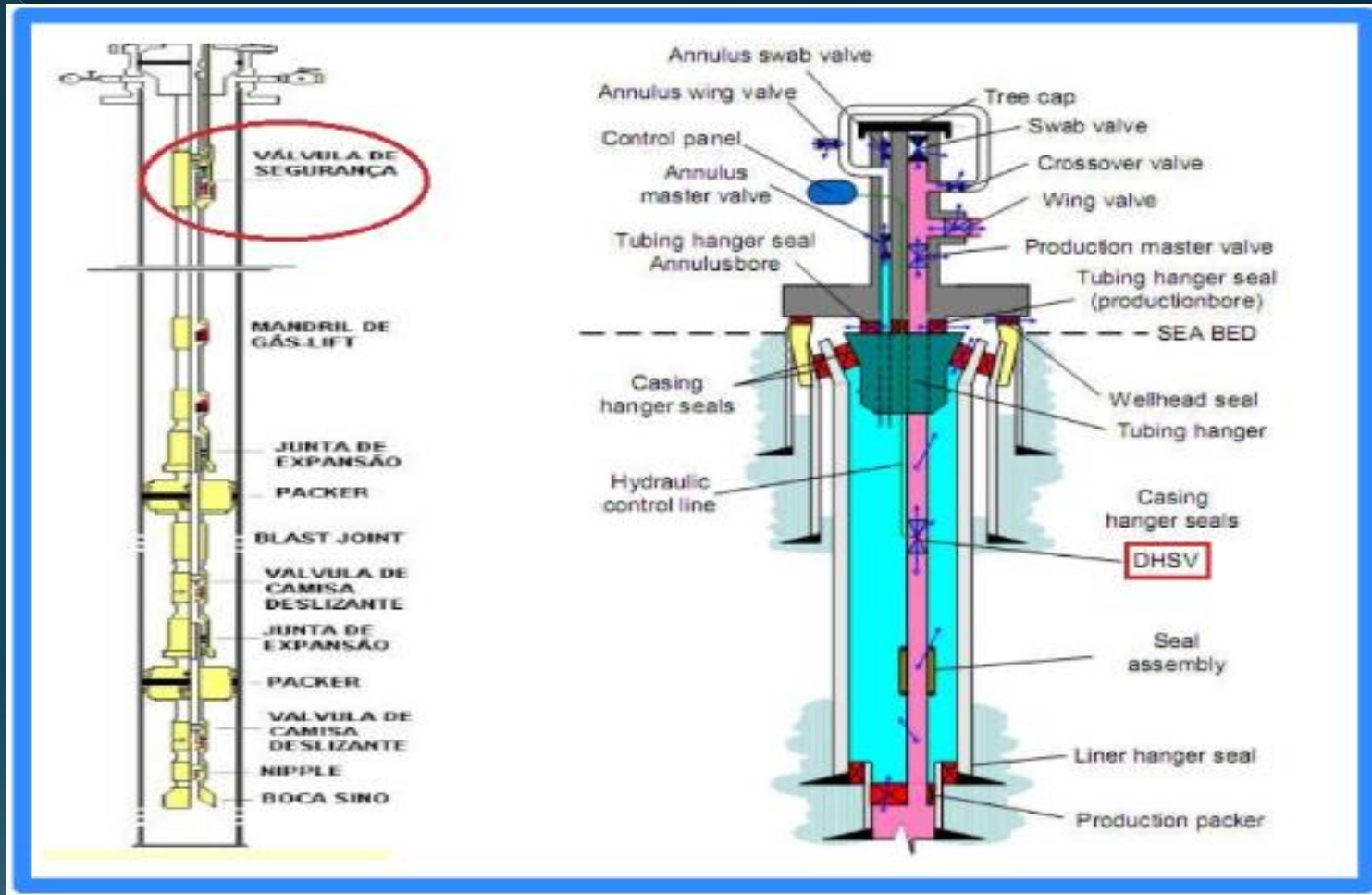
Sliding sleeve (camisa deslizante)

A sliding sleeve é uma ferramenta instalada na coluna que pode ser usada:

- Para estabelecer comunicação entre a coluna e o anular.
- Como um ponto de circulação para amortecer um poço.
- Para interromper a produção.
- Para circular o anular entre a coluna e o revestimento, sem desassentar o packer e sem puxar a unidade selante (stinger) do packer.



Válvula de Segurança de Subsuperfície (DHSV)



A válvula de segurança de subsuperfície DHSV (Down Hole Safety Valve) é um componente da coluna de produção, tendo a função de barreira mecânica de segurança. É usada para interromper o fluxo se houver falha nos equipamentos de superfície.

Lubrificador e BOP de wireline

- ◎ O lubrificador é um dispositivo de contenção de pressão, que permite que ferramentas sejam puxadas acima da válvula de pistoneio (swab) para que a válvula de pistoneio possa ser fechada.
- ◎ O lubrificador é montado sobre o BOP de wireline, BOP que é usado para fechar o poço em caso de emergência.
- ◎ O lubrificador permite que o wireline seja descido no poço para fazer inúmeras operações, como por exemplo:
 - Abertura e fechamento de *sliding sleeves*;
 - Substituição de válvulas de *gas-lift*;
 - Substituição de DHSV insertáveis danificadas;
 - Gabaritagem de coluna e checagem do fundo do poço para verificar a viabilidade de canhoneio, perfilagem, etc.;

Barreiras

- ◎ **Barreiras primárias:** Fluido e lubrificador.
- ◎ **Barreiras secundárias:** BOP de wireline, DHSV, packer, entre outros componentes mecânicos.

Limitação de pressão de trabalho dos equipamentos devido à corrosão

Um ponto bem relevante que deve ser sempre levado em consideração quanto aos equipamentos de superfície e de fundo é a exposição desses equipamentos a CO_2 e H_2S , pois poderão sofrer corrosão, e assim limitando a pressão de trabalho dos equipamentos.