

**CONCURSO PÚBLICO – 05/2025 – Modelo Folha de Resposta**

**QUESTÕES DISSERTATIVAS**

Na sequência são apresentadas as questões dissertativas elaboradas pela banca, a serem respondidas pelo candidato (nº de inscrição \_\_\_\_\_) conforme a Área de Conhecimento de Engenharias ou Ciências Exatas e da Terra.

Questão 1 (25%):

Estudos reológicos são fundamentais na pesquisa e no desenvolvimento de materiais, especialmente na formulação e seleção de fluidos de perfuração e de completação. As propriedades reológicas permitem compreender o comportamento do fluido sob diferentes condições de escoamento, influenciando diretamente a eficiência da circulação, a limpeza do poço e o transporte de cascalhos.

Na Fig. 1 são apresentados dois reogramas.

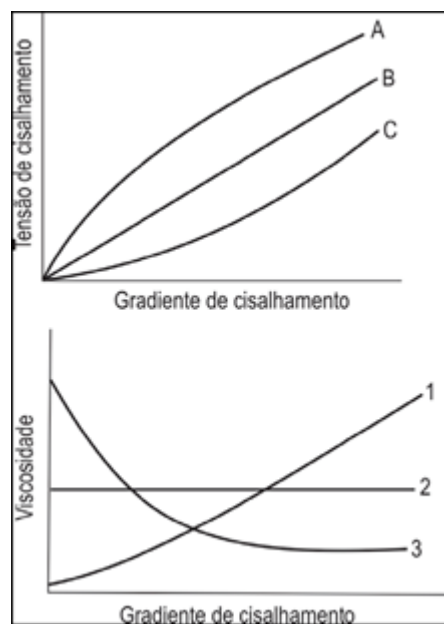


Figura 1. Gráfico superior: relação entre tensão de cisalhamento e gradiente de cisalhamento (taxa de deformação); Gráfico inferior: variação da viscosidade aparente com o gradiente de cisalhamento.

Com base nesses gráficos:

a) Explique a correlação entre os dois reogramas, identificando como o comportamento observado no

gráfico da tensão de cisalhamento se reflete no da viscosidade.

b) Classifique os tipos de fluidos representados (linhas A, B, C e curvas 1, 2, 3) e associe-os aos modelos reológicos adequados (Newtoniano, pseudoplástico, dilatante, etc.).

c) Interprete o significado físico de cada comportamento para aplicações práticas em fluidos de perfuração, indicando quais são desejáveis e por quê.

**Resposta.**

É esperado que o candidato discorra sobre:

- modelo matemático e classificação dos fluidos;
- importância dos diversos tipos de fluidos na perfuração e completação de poços, abordando vantagens e desvantagens do tipo de cada fluido.

**Referências.**

Livro de MACHADO, J. C. V. Reologia e Escoamento de Fluidos. 1ª ed., Ed. Interciência, 2002, capítulos 2 e 6; o livro de BOURGOYNE Jr, A. T, MILLHEIM, K. K., CHENEVERT, M. E., YOUNG Jr, F. S. Applied Drilling Engineering, SPE Series Textbooks, 1986, capítulo 4; e o livro de CAENN, R., DARLEY, H, GRAY, G. Fluidos de Perfuração e Completção, Elsevier, 2014, Capítulo 5.

**Questão 2 (25%):**

Descreva em detalhe a técnica de estimulação de poços por fraturamento hidráulico. Indique as circunstâncias geológicas e operacionais nas quais essa técnica é aplicável, destacando suas vantagens e limitações em comparação com outros métodos de estimulação. Discuta os fatores críticos a serem considerados no projeto de fraturamento e os impactos potenciais do fraturamento hidráulico na produtividade do reservatório, na integridade do poço e qualquer outro aspecto que considere relevante do ponto de vista da engenharia de poço.

**Resposta.**

**Espera-se que o candidato discorra sobre:**

- a definição geral do fraturamento hidráulico, como técnica de estimulação que visa aumentar a área de contato poço-formação por meio da criação de fraturas artificiais, mantidas abertas com o uso de propantes em suspensão em um fluido injetado a alta pressão;

- as condições geológicas e operacionais de aplicação, destacando reservatórios de baixa permeabilidade (folhelhos, arenitos compactos, carbonatos densos), casos em que métodos convencionais (como acidificação) são insuficientes e situações em que as técnicas podem ser combinadas;
- as principais vantagens e limitações, incluindo o aumento de produtividade, viabilização de reservatórios não convencionais, revitalização de poços danificados, em contraste com o alto custo, a complexidade operacional e riscos à integridade do poço e ao meio ambiente;
- os fatores críticos de projeto, como seleção do fluido de fraturamento, escolha e dimensionamento de propantes, controle de pressões de bombeio, caracterização das propriedades mecânicas da formação e uso de modelagem geomecânica para prever direção/extensão das fraturas e evitar zonas indesejadas;
- os impactos potenciais na produtividade do reservatório, na integridade do poço e em aspectos ambientais, incluindo possíveis ganhos de produção, riscos de migração de fluidos e questões relativas ao uso e descarte de água e aditivos.

#### Referências.

Livro de ECONOMIDES (1998), Petroleum Well Construction, Capítulo 17; na seção 2.4 de BELLARBY (2009), Well Completion Design; o livro de ALLEN (2008) Production Operations: Well Completions, Workover and Stimulation; e livro de RENPU, W. Engenharia de Completação de Poços, 3ª ed., LTC, 2015, capítulo 8.

#### Questão 3 (25%):

Explique a origem das principais cargas às quais uma coluna de perfuração em poços não-direcionais está submetida e discuta como essas cargas influenciam o projeto e as características necessárias da coluna de perfuração.

#### Resposta.

Espera-se que o candidato discorra sobre a origem e os efeitos das principais cargas atuantes na coluna de perfuração em poços não-direcionais, contemplando, em linhas gerais, os seguintes aspectos:

- Cargas axiais de tração e compressão: explicar que a coluna está submetida à tração (devido ao peso próprio suspenso, operações de içamento e movimentação da coluna durante troca de broca, circulação, etc.) e à compressão na região do fundo, associada principalmente ao peso sobre a broca (WOB) e a situações de empuxo e contato com a formação.
- Compressão excêntrica, flambagem e cargas laterais/de flexão: discutir que em trechos longos sob compressão, a coluna pode sofrer flambagem, passando a se apoiar nas paredes do poço. Esse contato gera cargas transversais e momentos fletores, mesmo em poços essencialmente verticais, reforçadas por pequenas curvaturas inevitáveis do poço. Mencionar que o peso dos estabilizadores e outros componentes do fundo de poço também contribui para essas cargas laterais.

- Cargas de torção: indicar que a coluna é responsável por transmitir o torque e a potência mecânica até a broca em sistemas com mesa rotativa e top-drive, estando, portanto, sujeita a esforços torsionais, que se combinam com as tensões axiais e de flexão.
- Pressão interna do fluido de perfuração: comentar que a circulação do fluido de perfuração pelo interior da coluna gera pressão interna (coluna de fluido + perdas de carga), o que contribui para o estado de tensões (tração/compressão efetiva, critérios de colapso) e, em sistemas com motor de fundo, está associada também ao fornecimento de potência hidráulica à broca.
- Pode-se também falar sobre o caráter dinâmico das cargas e fadiga, assim como a influência no projeto e nas características da coluna de perfuração, discutindo que o conjunto de cargas descrito orienta a seleção do material (grau de aço), dos diâmetros, espessuras de parede e tipo de conexões dos tubos de perfuração, bem como o projeto do BHA (drill collars, tubos pesados, estabilizadores, comandos) e o espaçamento entre esses componentes.

#### **Referências.**

Livro de ROCHA, L. A. S., Perfuração Direcional, 2ª ed., Ed. Interciência, 2006; livro de BOURGOYNE Jr, A. T, MILLHEIM, K. K., CHENEVERT, M. E., YOUNG Jr, F. S. Applied Drilling Engineering, SPE Series Textbooks, 1986, especialmente o capítulo 8.

Questão 4 (25%):

Disserte sobre hidráulica de poço.

O candidato deve-se guiar pelas seguintes referências:

- livro de MACHADO, J. C. V. Reologia e Escoamento de Fluidos. 1ª ed., Ed. Interciência, 2002, capítulo 5;
- o livro de BOURGOYNE Jr, A. T, MILLHEIM, K. K., CHENEVERT, M. E., YOUNG Jr, F. S. Applied Drilling Engineering, SPE Series Textbooks, 1986, capítulo 4.
- o livro MITCHELL, R. F. Petroleum Engineering Handbook: Volume II – Drilling Engineering, 2ª ed., Society of Petroleum Engineers, 2007, Capítulo 3.

---

**Presidente da Banca Examinadora**