



Análise experimental da transmissão de pressão na água a partir de curvas de escoamento

Experimental analysis of water pressure transmission from flow curves

Gabriel Moreira de Lima (orientado)*, Cezar Otaviano Ribeiro Negrão (orientador)†,

RESUMO

O processo de perfuração de poços para extrair petróleo requer uma grande atenção, visto que diversos fatores são responsáveis por garantir a estabilidade e segurança do poço. São utilizados fluidos de perfuração para remoção de cascalho e arrefecimento da broca. O presente trabalho visa analisar experimentalmente a relação entre pressão e vazão da água através de curvas de escoamento, sendo que os procedimentos adotados para os testes podem ser utilizados para outros fluidos de perfuração que são mais utilizados, como fluidos olefínicos e fluidos parafínicos. Para realização dos testes utilizou-se de uma unidade experimental para simular as condições em que o fluido está sujeito no processo de perfuração de poços. Essa unidade apresenta controle de temperatura, uma tubulação de mais de 50 metros e 4 transdutores de pressão e temperatura para aquisição de dados. O estudo realizado revela que com incrementos equitativos de vazão, a partir do controle de corrente destinado à bomba hidráulica, a água responde de forma praticamente linear no quesito de aumento de pressão. Com as curvas de escoamento traçadas é possível prever o funcionamento do sistema em prática e perceber discrepâncias ou falhas antes de utilizar o fluido na perfuração de poços.

Palavras-chave: Relação entre pressão e vazão, Curvas de escoamento, Fluido de perfuração.

ABSTRACT

The process of drilling wells to extract oil requires great attention, as several factors are responsible for ensuring the stability and safety of the well. Drilling fluids are used to remove gravel and cool the bit. This work aims to experimentally analyze the relationship between water pressure and flow through flow curves, and the procedures adopted for the tests can be used for other drilling fluids that are more used, such as olefinic fluids and paraffinic fluids. To carry out the tests, an experimental unit was used to simulate the conditions in which the fluid is subjected in the well drilling process. This unit features temperature control, over 50 meters piping and 4 pressure and temperature transducers for data acquisition. The study carried out reveals that with equitable flow increments, from the current control destined to the hydraulic pump, the water responds practically linearly in terms of pressure increase. With the flow curves drawn, it is possible to predict the operation of the system in practice and to notice discrepancies or failures before using the fluid in the drilling of wells.

Keywords: Relationship between pressure and flow, Flow curves, Drilling fluid.

1 INTRODUÇÃO

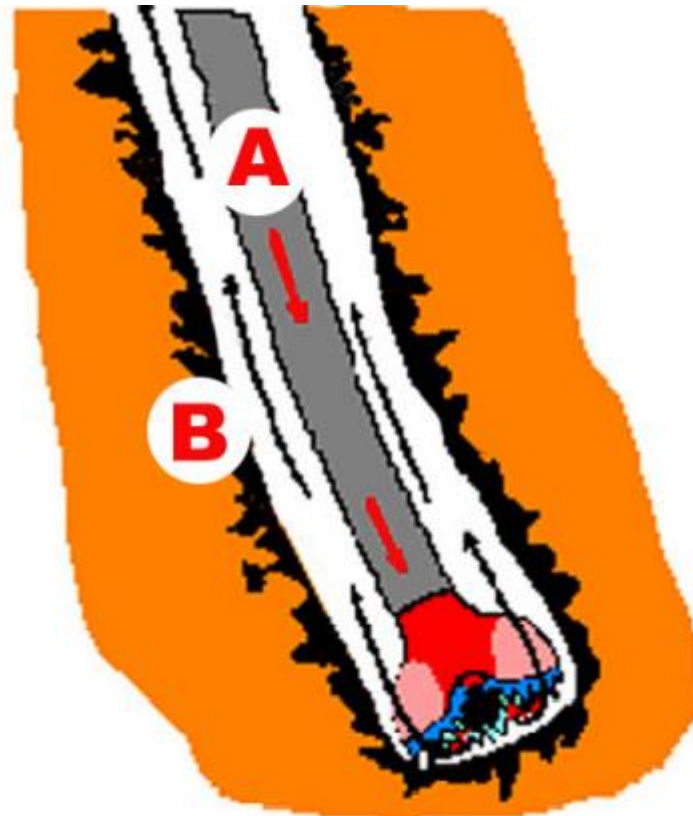
O século XXI é marcado como a “Sociedade do Hidrocarboneto” (YERGIN, 1994) devido a grande importância da utilização do ouro negro nas mais demasiadas atividades. Para comercialização e uso do petróleo são necessárias estratégias para produção e exploração desse fluido de extrema relevância. O processo de produção e exploração de petróleo é separado em três principais etapas: pesquisa, exploração e produção (SCHAFFEL, 2002). A primeira etapa consiste na análise sísmica a fim de detectar regiões com alta probabilidade de presença de hidrocarbonetos. Já na etapa de exploração há a perfuração de poços para detectar



a existência ou não do petróleo na região. E por fim, a etapa de desenvolvimento das instalações e mecanismo para que haja a extração.

Na etapa de exploração tem-se a perfuração de poços que utilizam de uma broca para triturar as rochas e perfurar o solo. O processo gera cascalho proveniente da quebra das rochas e grande quantidade de calor envolvido no atrito da broca com o solo. O fluido de perfuração tem a função de arrefecimento da broca e retirada do cascalho para expeli-lo para a superfície como indica a Figura 1.

Figura 1 - Fluxo de fluido de perfuração



Fonte: NAS (2000)

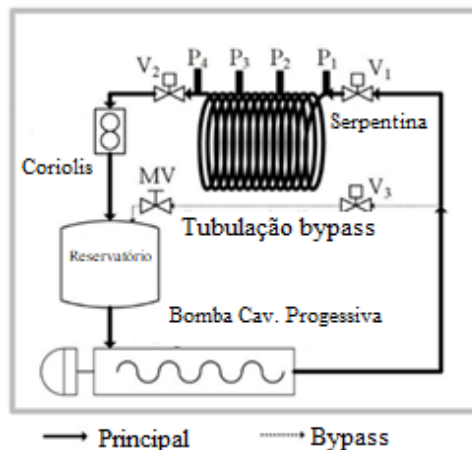
O presente trabalho visa estabelecer uma metodologia experimental para levantamento curvas de escoamento para fluidos, em especial os fluidos de perfuração, para definir uma relação entre a pressão do fluido em circulação e incrementos de corrente elétrica fornecida à bomba hidráulica que circula o fluido pelas tubulações. Para simular a situação que ocorre nas perfurações de poços, utilizou-se de uma bancada experimental que consiste essencialmente de uma bomba hidráulica, uma serpentina, válvulas com atuadores eletropneumáticos na entrada e na saída da serpentina e quatro transdutores para aferir a pressão e temperatura do fluido. Para os testes fora utilizado a água como fluido circulante.

2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

A unidade experimental foi projetada para realizar diversos testes de propriedades de fluidos de perfuração, assim como o teste do presente trabalho. A unidade é composta de um reservatório, um motor rotativo elétrico acoplado à bomba triplex, posteriormente conectada à tubulação by-pass e ao início da serpentina (com

aproximadamente 50 metros), onde se localiza a primeira válvula eletropneumática V1. Ao longo da serpentina estão dispostos 4 transdutores de pressão distanciados equitativamente e no final dela se localiza a segunda válvula eletropneumática V2. Após a serpentina a tubulação retorna ao reservatório passando por um medidor de vazão Coriolis e por uma válvula manual. Para controle de temperatura, tem-se em conjunto uma unidade condensadora para reduzir a temperatura e um conjunto de resistores para aumento da temperatura. A Figura 2 mostra o esquema da unidade experimental e a Figura 3 apresenta uma fotografia da mesma.

Figura 2 - Esquema da unidade experimental



Fonte: Mitishita et al, (2018) (adaptado)

Figura 3 - Fotografia da unidade experimental



Fonte: Aatoria própria (2021)

As curvas de escoamento da água foram realizadas para três pressões máximas diferentes: sistema em pressão atmosférica, pressão máxima de 35 bar e pressão máxima de 70 bar. Para os testes foram utilizados incrementos de corrente elétrica para a bomba, partindo de 0 até 20 mA (carga máxima), com duração de um minuto cada. Os dados de pressão foram aferidos pelo transdutor P1 no início da serpentina e armazenados durante o tempo. Cada teste foi realizado duas vezes e selecionado o melhor resultado. Os testes realizados seguiram os seguintes procedimentos:

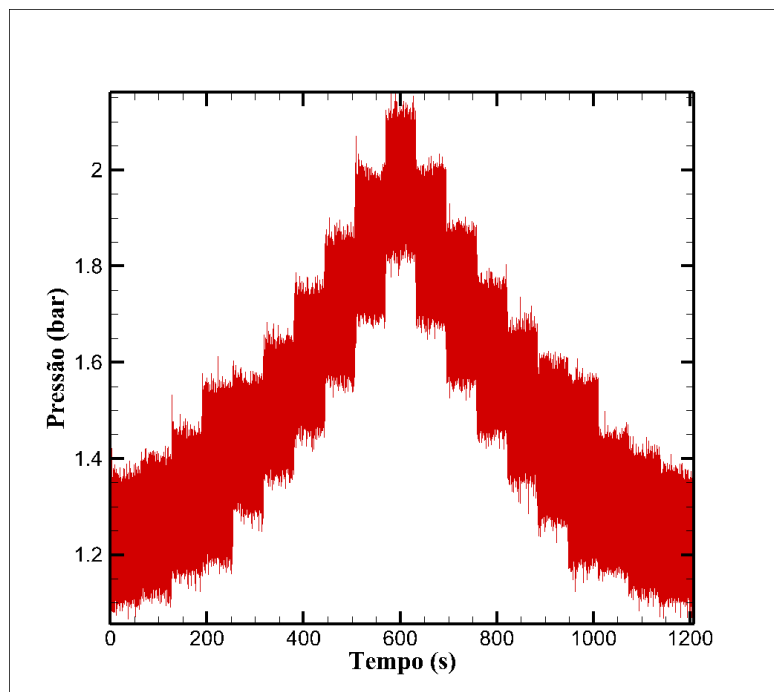


- A conjunto de resistores e da unidade condensadora foi programado para estabilizar a temperatura do sistema em 20°C;
- A válvula do by-pass foi completamente estrangulada enquanto a válvula manual foi ajustada para a pressão máxima (quando a bomba opera com corrente de 20 mA) de cada teste;
- Variação da corrente aplicada na bomba partindo de 0 até 20 mA em passos de 2 mA e reduzindo até 0 mA;
- Cada passo teve duração de 1 min para estabilizar a pressão;
- Repetição do teste;

3 RESULTADOS

Os gráficos obtidos permitem estabelecer uma relação entre a pressão da água e a vazão que é controlada pela válvula manual anterior ao reservatório e é aferida pelo medidor de vazão Coriolis. Como a água é um fluido newtoniano é possível perceber que pressão estabiliza rapidamente no início de cada passo, sem que haja grandes oscilações de pressão quando a vazão se altera. A Figura 4 apresenta o resultado do teste partindo da pressão atmosférica.

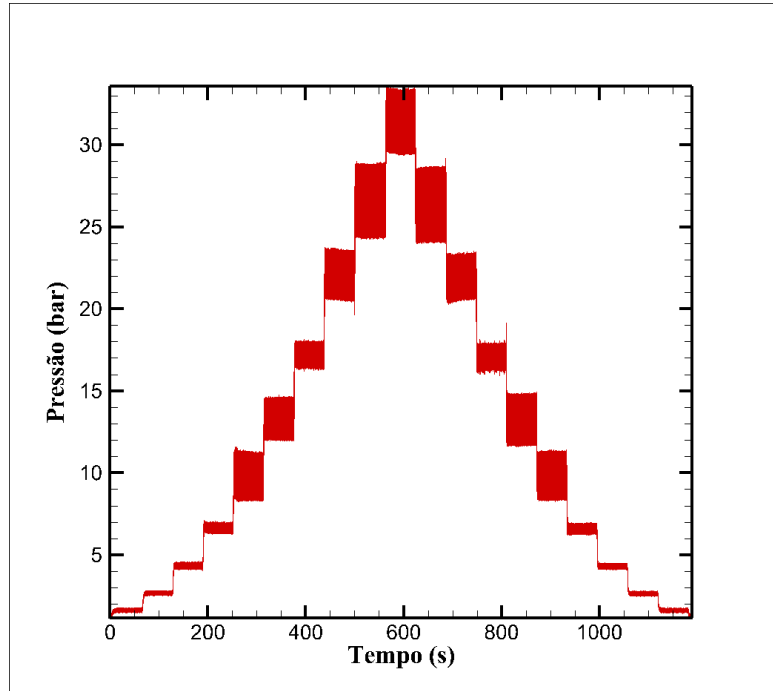
Figura 4 - Curva de escoamento da água em pressão atmosférica



Fonte: Autoria própria (2021)

A Figura 5 apresenta o resultado do teste com pressão máxima de 35 bar.

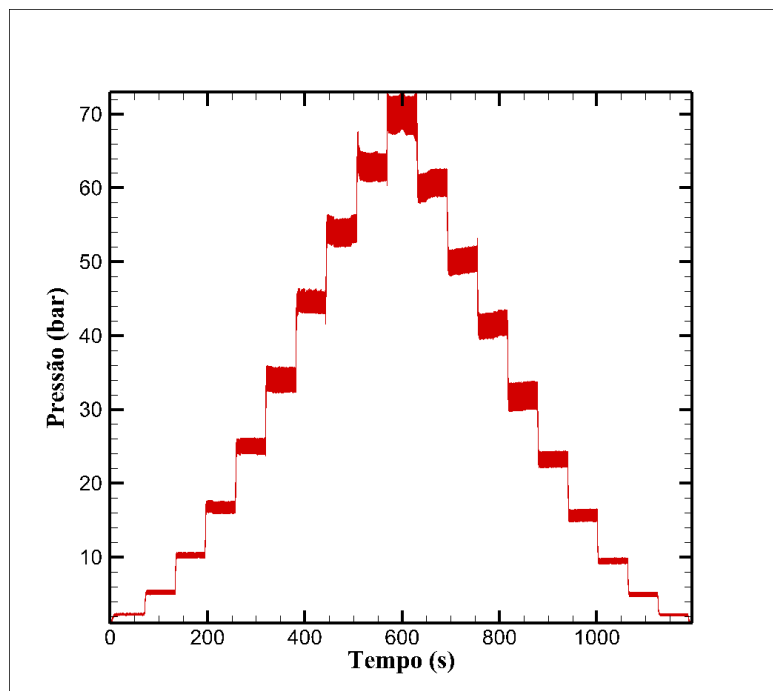
Figura 5 - Curva de escoamento da água com pressão máxima de 35 bar



Fonte: Autoria própria (2021)

A Figura 6 apresenta o resultado do teste com pressão máxima de 70 bar.

Figura 6 - Curva de escoamento da água com pressão máxima de 70 bar



Fonte: Autoria própria (2021)



4 CONCLUSÃO

O trabalho foi realizado com a água como fluido circulante e obteve-se uma relação entre a pressão conforme o tempo e conforme a variação da vazão proporcionada pela bomba hidráulica do sistema. O estudo fora realizado para estabelecer uma metodologia para levantamento de curvas de escoamento para fluidos de perfuração e ter um conhecimento prévio da reação do fluido para diferentes condições de vazão que será submetido quando utilizado em prática, embora a água pura não seja amplamente utilizada para esta função.

Os resultados obtidos pela curva de escoamento da água demonstram na prática a veracidade da literatura ao classificar a água com um fluido newtoniano, ou seja, a viscosidade é constante e proporcional para diferentes taxas de cisalhamento. Esta afirmação se torna explícita ao verificar que os incrementos de pressão do fluido circulante são praticamente lineares conforme os incrementos equitativos de vazão, a partir do controle de corrente destinado à bomba hidráulica.

Como recomendação para trabalhos futuros consiste na elaboração dos testes para fluidos olefínicos com salmoura de NaCl ou CaCl₂, visto que são fluidos de perfuração utilizados constantemente.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq – Brasil, das instalações e equipamentos do Centro de Pesquisa em Reologia e Fluidos Não Newtonianos CERNN e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR.

REFERÊNCIAS

- SCHAFFEL, Silvia Blajberg, **A Questão Ambiental na Etapa de Perfuração de Poços Marítimos de Óleo e Gás no Brasil**. Rio de Janeiro, 2002.
- NAS, S., **Introduction to Underbalanced Drilling**, 1st Ed., Leading Edge Advantage Ltd., Aberdeen, U.K, 2000.
- YERGIN, **O Petróleo, Uma História de Ganância, Dinheiro e Poder**, 2ª Ed, São Paulo, SP, Scritta, 1994.
- MITISHITA, R. S.. **Avaliação Experimental da Transmissão de Pressão em Tubulações Preenchidas por Fluidos Viscoplásticos**. 2015. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Industrial Mecânica, PPGEM, UTFPR, Curitiba, 2015.