



ESTUDO DO CIRCUITO HIDRÁULICO DE ALTA VAZÃO DE UMA CÂMARA PARA TESTES HIDROSTÁTICOS EM TUBULAÇÕES

Matheus Tomio¹, Marcus Vinicius Canhoto Alves², Mauro Eduardo Benedet³, Analucia Vieira Fantin⁴, Daniel Pedro Willemann⁵.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo, CESFI - bolsista PROIP/UDESC

² Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina – CESFI

³ Pesquisador, Universidade Federal de Santa Catarina, LABMETRO/EMC/UFSC

⁴ Professora, Universidade do Estado de Santa Catarina – DCE/UDESC

⁵ Orientador, Departamento de Engenharia de Pesca, CERES – daniel.willemann@udesc.br

Palavras-chave: Ensaios Hidrostáticos. Bomba Centrífuga. Alta Vazão.

É notório que tubulações fazem parte da planta da maioria, se não todas, as indústrias no mundo independentemente de sua finalidade, seja para transporte de água, escoamento de esgoto ou para levar óleo cru para as refinarias de petróleo. Antes de iniciarem sua operação definitiva no processo produtivo, todo e qualquer equipamento deve passar por uma longa fase de testes – e com os dutos não é diferente. Dentro de um projeto de pesquisa em parceria com a Petrobras na área de ensaios não-destrutivos, projetou-se e montou-se uma bancada para execução de testes não-invasivos em tubulações metálicas. A bancada foi montada para a circulação de água doce em tubulação de aço galvanizado de 4 polegadas de diâmetro com 12 metros de comprimento em circuito fechado. Sua bomba centrífuga é capaz de proporcionar vazão máxima de 68m³/h e pressão máxima de 97mca. A velocidade máxima estimada para o fluido na tubulação é de 2,3m/s.

O circuito fechado de alta vazão fora desenvolvido para simular características operacionais (pressão, temperatura, vibrações, etc.) de tubulações industriais encontradas em campo. O objetivo principal das atividades realizadas neste trabalho de iniciação científica foi o detalhamento das características previamente citadas e a comparação teórico-experimental, a fim de planejar os futuros ensaios na bancada. Uma válvula borboleta automatizada, dois sensores de temperatura e dois manômetros foram instalados ao longo do circuito da bancada. Sua montagem modular permite o teste de diferentes segmentos de tubulação (corpos de prova) revestidos com diferentes materiais utilizando-se métodos de inspeção não-destrutivos (END). O método END mais utilizado atualmente pelo grupo de pesquisa é a técnica interferométrica denominada *shearografia*. Esta técnica mede deformações mecânicas na superfície dos revestimentos e, de acordo com o padrão de deformações encontrado, pode revelar defeitos internos na estrutura inspecionada.

Durante os experimentos deste trabalho, observou-se que a temperatura do fluido escoado no circuito fechado da bancada aumenta consideravelmente, em questão de uma dezena de minutos, no decorrer dos testes. Isso se explica pelo fato de que o atrito das pás da bomba com o fluido não é desprezível, além da troca de calor da tubulação com o ambiente do *bunker* não ser suficiente, devido ao pequeno comprimento de tubulação da bancada. A bancada foi montada no interior de um *bunker* para a garantia de segurança durante a realização dos testes. Esse aumento de temperatura do fluido, e consequentemente da própria tubulação metálica, provoca deformações mecânicas e, futuramente, será utilizado como parâmetro para as inspeções shearográficas.

Assim, para a análise mais detalhada do comportamento do sistema bomba-tubulação em função da variação de temperatura, desenvolveu-se uma metodologia de teste: calcularam-se as perdas de carga na tubulação com base nos fatores de atrito obtidos através da correlação de *Haaland* para diferentes temperaturas; utilizou-se o método dos dois K de *Hooper* para estimar as perdas de carga localizadas nos acessórios e, em seguida, as perdas localizadas e distribuídas foram calculadas. Posteriormente, foram calculadas as curvas de energia disponível no sistema para diferentes temperaturas. Essas curvas foram também obtidas de forma experimental e comparadas com as teóricas. O desvio teórico-experimental estimado em 28,7% é mostrado na Figura 1 e deve-se, principalmente, às considerações iniciais que são geralmente feitas a fim de facilitar os cálculos de perda de carga.

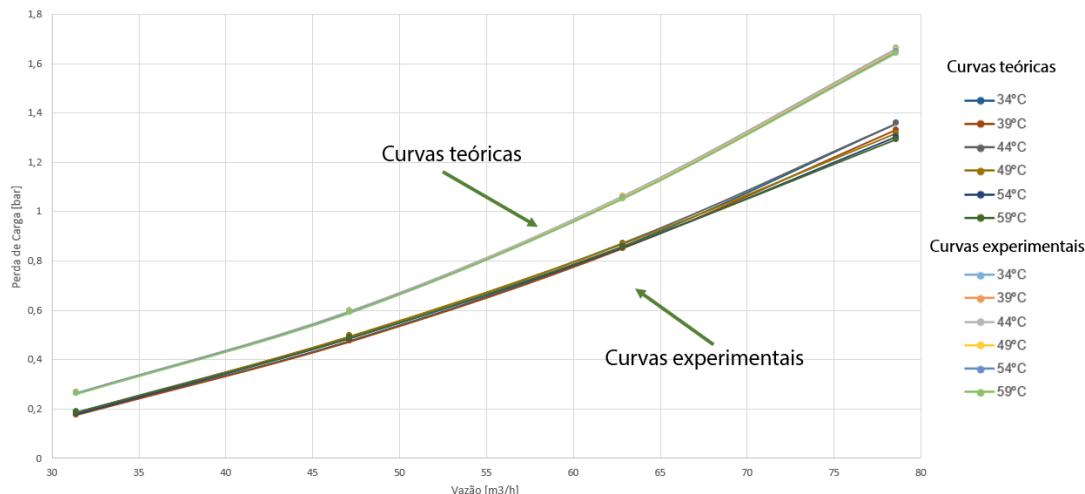


Fig. 1 Comparação teórico-experimental das perdas de carga

Adicionalmente, novos experimentos analisaram o comportamento da curva de energia gerada na bomba e entregue ao sistema para manter o escoamento, também em função da variação de temperatura do fluido. Essas curvas, mostradas na Figura 2, foram obtidas variando-se a abertura de válvula de restrição de fluxo (borboleta) da bancada e medindo-se a diferença de pressão entre os sensores instalados na entrada e na saída da bomba.

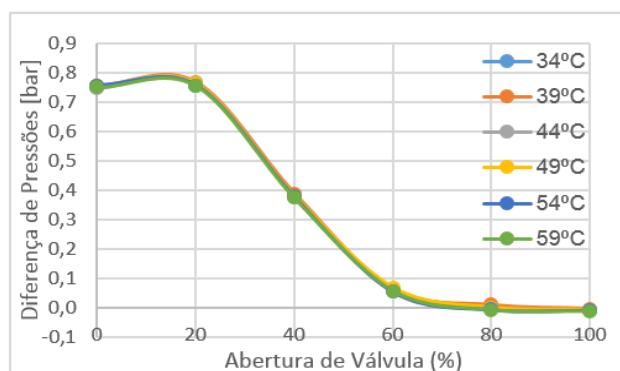


Fig. 2 Diferenças de pressão em função da variação de temperatura a rotação de 1000rpm

Com base nos resultados obtidos, observou-se que uma variação de 25°C na temperatura não afeta de forma considerável as pressões, tanto do sistema, quanto da bomba. As pequenas diferenças experimentais observadas se dão por variações nas propriedades do fluido, principalmente a viscosidade, afetada pelo aumento da temperatura. Esse trabalho possibilitou conhecer, de forma aprofundada, a bancada de ensaios hidrostáticos com alta vazão e os resultados obtidos serão cruciais para o sucesso de futuras inspeções com shearografia e para o ensino de hidráulica.