

ESTUDO NUMÉRICO DA INFLUÊNCIA DA VISCOSIDADE NO DESEMPENHO DE UMA BOMBA CENTRÍFUGA SUBMERSA

Thiago Sirino¹, Rigoberto E. M. Morales², Henrique Stel de Azevedo³

Bolsista PRH-ANP 10, thiagosirino@hotmail.com, ^{1,2,3} Laboratório de Ciências Térmicas,
Departamento de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná

R E S U M O

MOTIVAÇÃO: Em instalações produtoras de petróleo, onde as viscosidades geralmente são altas, a faixa de operação ótima de uma bomba centrífuga submersa (BCS) comercial não é conhecida. A indústria, atualmente, carece de um procedimento adequado para determinar o desempenho da bomba operando com fluidos viscosos como uma função da velocidade de rotação e em pontos de funcionamento fora do ponto de melhor eficiência (BEP).

OBJETIVO: O presente trabalho tem como objetivo a simulação numérica do escoamento monofásico em um estágio de uma BCS (REDA GN-7000) operando com água, 1 cP, e glicerina, 60 cP, 270 cP, 720 cP e 1020 cP, rotações entre 1800 e 3500 rpm e vazões entre shut-off e 1,5 vezes a vazão para o BEP. A partir dos resultados numéricos serão elaboradas as curvas de desempenho para diferentes condições de operação. Também será realizada uma análise fenomenológica do escoamento no rotor e difusor com o objetivo de avaliar o comportamento dos campos de velocidade e pressão, a intensidade turbulenta e o aparecimento de recirculações para a BCS operando fora do BEP. Os resultados numéricos serão validados com dados experimentais fornecidos por Amaral (2007).

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: Há a necessidade de se ter clareza em relação ao estabelecimento da faixa operacional ótima da BCS nas extrações em campos de óleos pesados, pois nesses casos existe um grande número de fluidos de operação, com características reológicas diferentes. A utilização de fatores de correção encontrados em ábacos clássicos restringe a operação das bombas a condições de trabalho que diferem das encontradas na produção de petróleo. O desenvolvimento do presente trabalho deverá permitir a reprodução de detalhes do escoamento monofásico de fluidos, dentro da BCS, para uma ampla faixa de viscosidade e diferentes condições de operação. Com os resultados numéricos validados com experimentais, torna-se possível à predição do desempenho da bomba, permitindo uma otimização de projeto com diminuição de custos operacionais como manutenção e custos de correções.

RESULTADOS OBTIDOS: Utilizando a técnica da dinâmica dos fluidos computacional, modelo de turbulência $k-\omega$ Shear Stress Transport e simulações transientes com passo de tempo equivalentes a uma rotação de $3,2^\circ$, foram levantadas as curvas de desempenho para diferentes condições de operação. A Figura 1 mostra o domínio numérico, malha não estruturada, composto por: um tubo de admissão e um de descarga, um rotor e um difusor. As alturas de elevação, numérica e experimental, em relação à vazão adimensionalizada pela vazão de BEP, com a bomba operando com um fluido de viscosidade de 270 cP, a 1800 rpm, são mostradas na Figura 2. Foi observado, também, que a similaridade é válida para turbulência com a bomba operando com água. A Figura 3 mostra a média volumétrica da energia cinética turbulenta no difusor em função da capacidade específica, observa-se a boa concordância dos resultados para as diferentes velocidades de rotação. Na Figura 4, observa-se a presença de recirculações para a bomba operando com um fluido de viscosidade de 60 cP, mesmo no ponto de melhor eficiência. Na Figura 5 o conjunto de curvas para o ganho de pressão no estágio a 3500 rpm, com viscosidades: 1 cP, 60 cP, 270 cP, 720 cP e 1020 cP. É importante notar a diferença entre os valores de pressão de shut-off da bomba operando com água e com glicerina.

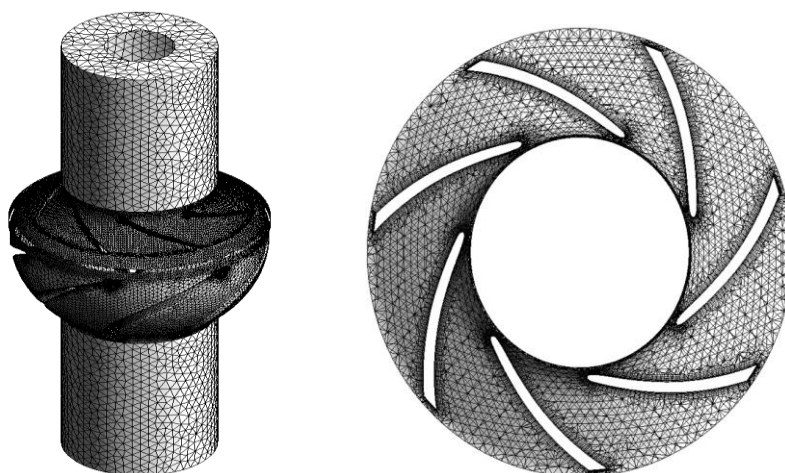


Figura 1 - Domínio numérico de um estágio da bomba REDA GN-7000

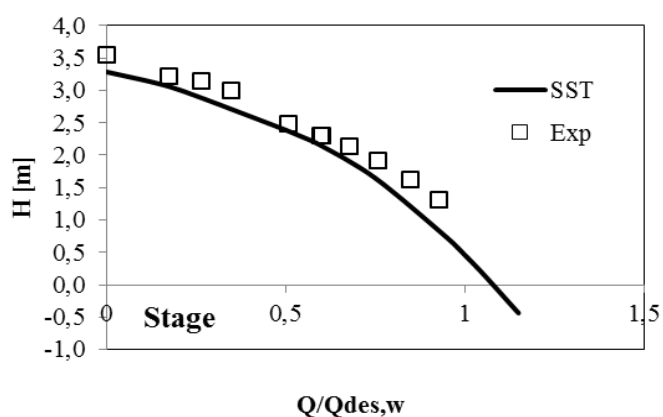


Figura 2- Curvas numérica e experimental de altura de elevação no estágio para 270cP a velocidade de 1800 rpm

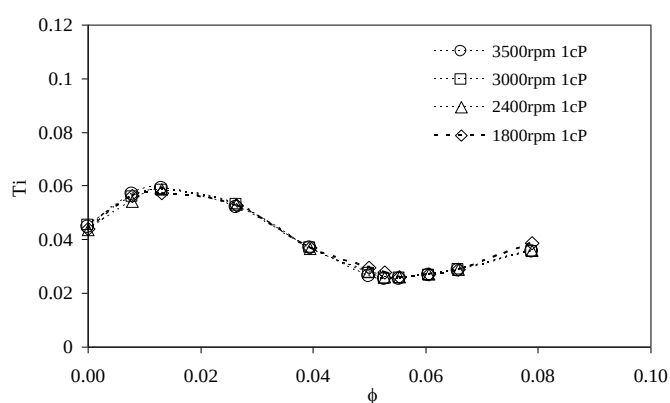


Figura 3- Média volumétrica da energia cinética turbulenta no difusor em função da capacidade específica

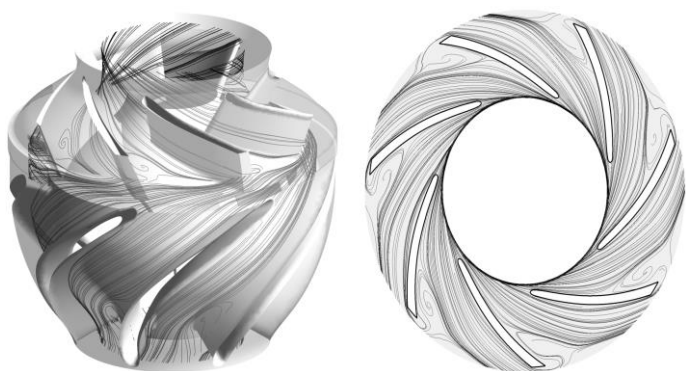


Figura 4- Linhas de corrente para 60cP, BEP, a velocidades de 3500 rpm

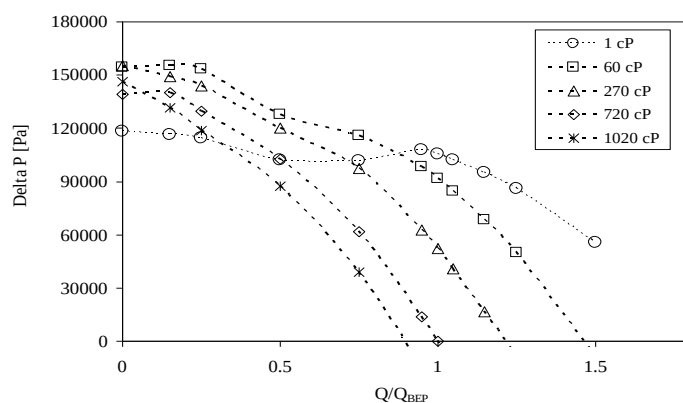


Figura 5- Curvas de ganho de pressão no estágio a 3500 rpm e com viscosidades de 1, 60, 270, 720 e 1020 cP