Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

ESTUDO EXPERIMENTAL DA PERDA DE CARGA EM FUNÇÃO DA VISCOSIDADE DO FLUIDO

EXPERIMENTAL STUDY OF HEAD LOSS AS A FUNCTION OF FLUID VISCOSITY

Pedro de Jesus Gomes, Henry Iung Biraben, Letícia Jatczak Almeida, Patrícia Simões Mauricio, Matheus Ramalho da Silva, Vitor da Silva Rosa, Nelize Maria de Almeida Coêlho

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Química
E-mail para contato: pedrogomes2611@gmail.com

RESUMO – O estudo aborda a relação entre a viscosidade de fluidos e a perda de carga em sistemas hidráulicos, considerando sua importância no transporte eficiente de fluidos em aplicações industriais. O objetivo foi analisar experimentalmente a influência da viscosidade sobre a perda de carga, utilizando medições piezométricas e diferentes configurações de válvulas sob condições distintas de escoamento. A metodologia consistiu na realização de ensaios, avaliando as variações de pressão ao longo da tubulação. Os resultados permitiram observar a influência das propriedades do fluido e das condições de operação no comportamento do escoamento e na perda de carga, contribuindo para a compreensão dos fenômenos envolvidos em sistemas hidráulicos.

Palavras-chave: Viscosidade; Perda de carga; Escoamento; Válvulas; Piezometria.

ABSTRACT – The study addresses the relationship between fluid viscosity and head loss in hydraulic systems, considering its importance in the efficient transportation of fluids in industrial applications. The objective was to experimentally analyze the influence of viscosity on head loss, using piezometric measurements and different valve configurations under distinct flow conditions. The methodology consisted of conducting tests, evaluating pressure variations along the pipeline. The results made it possible to observe the influence of fluid properties and operating conditions on flow behavior and head loss, contributing to the understanding of the phenomena involved in hydraulic systems.

Keywords: Viscosity; Head Loss; Flow; Valves; Piezometry.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras civilizações, o transporte de líquidos esteve diretamente ligado ao desenvolvimento das sociedades, inicialmente por meio de canais e sistemas de abastecimento de água e, posteriormente, com a criação de redes hidráulicas e tubulações cada vez mais complexas. Com o avanço da ciência e da engenharia, o estudo do escoamento de fluidos tornou-se fundamental para o aperfeiçoamento desses sistemas, possibilitando maior compreensão dos fenômenos envolvidos no transporte e das perdas de energia que ocorrem ao longo do percurso.

Com o desenvolvimento industrial, a necessidade de transportar fluidos de maneira eficiente passou a ter ainda maior relevância, estando presente em diversos setores, como as indústrias química, petroquímica, alimentícia e energética. Nesse cenário, compreender os fatores que afetam o escoamento é essencial para melhorar o desempenho dos sistemas, reduzir perdas energéticas e contribuir para o dimensionamento adequado de equipamentos e tubulações.

Entre os fatores que influenciam o escoamento, a viscosidade do fluido exerce papel importante, pois interfere na resistência ao escoamento e na perda de carga do sistema. Além disso, parâmetros como velocidade e rugosidade da tubulação também influenciam esse comportamento (MADEIRA, 2020).

Nesse contexto, o estudo experimental da perda de carga possibilita avaliar, de forma prática, a influência das propriedades do fluido sobre o escoamento. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a relação entre a viscosidade e a perda de carga, utilizando medições piezométricas para acompanhar o comportamento do sistema sob diferentes condições experimentais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido nas instalações da Universidade Santa Cecília (UNISANTA), utilizando uma bancada experimental para estudos de escoamento hidráulico. A bancada é composta por um reservatório para armazenamento do fluido, bomba auxiliar, bomba centrífuga principal, tubulação e sistema de medição de pressão por meio de um piezômetro equipado com

ISSN 2317-1316

manômetros. O sistema também possui um trecho destinado à instalação das válvulas avaliadas experimentalmente.

Os ensaios foram realizados utilizando água e soluções preparadas a partir da adição de açúcar, mantendo-se um volume de 30 L de água em cada condição experimental. Inicialmente, foram realizados os ensaios utilizando somente água, sendo testadas individualmente as válvulas selecionadas. Em seguida, foram realizados os mesmos ensaios com a adição de 7,5 kg de açúcar aos 30 L de água. Por fim, foi realizada uma terceira condição experimental com a adição de 15 kg de açúcar aos mesmos 30 L de água. Dessa forma, as mesmas válvulas foram avaliadas nas três condições, permitindo a comparação dos resultados obtidos para diferentes concentrações de açúcar.

Antes do acionamento da bomba principal, a bomba auxiliar era ligada para promover a alimentação adequada do sistema, evitando o funcionamento da bomba principal sem fluido e reduzindo a possibilidade de danos ao equipamento. Após a estabilização do escoamento, os ensaios eram iniciados e as leituras dos manômetros do piezômetro eram realizadas nos pontos localizados antes e após a válvula. A diferença entre as leituras permitiu determinar a variação de altura associada à passagem do fluido pela válvula, sendo essa região utilizada para a análise da perda de carga localizada.

Para a determinação da vazão, foi realizada a coleta de uma quantidade de fluido durante um intervalo de tempo determinado. A massa coletada foi registrada em gramas e o tempo de coleta em segundos. Inicialmente, foi determinada a vazão mássica do fluido, conforme a Equação 1:

$$\dot{m} = \frac{m}{t} \times \frac{1}{1000}$$

em que $\dot{m}$ é a vazão mássica [kg/s], (m) é a massa de fluido coletada [g] e (t) é o tempo de coleta [s]. O fator (1/1000) foi utilizado para converter a massa de gramas para quilogramas. Dessa forma, considerando a massa em gramas e o tempo em segundos, o resultado da Equação 1 é expresso em kg/s.

A partir da vazão mássica, foi determinada a vazão volumétrica do fluido, utilizando a relação entre a vazão mássica e a massa específica, conforme a Equação 2:

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

ISSN 2317-1316

Em que Q é a vazão volumétrica [m³/s], $\dot{m}$ é a vazão mássica [kg/s] e ρ é a massa específica do fluido [kg/m³]. Para os cálculos realizados, foi adotado o valor de (997,3\ kg/m³) para a massa específica da água.

Com a vazão volumétrica determinada, foi calculada a velocidade média do fluido no interior da tubulação. Para isso, utilizou-se a relação entre a vazão e a área da seção transversal da tubulação, conforme a Equação 3:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Em que (v) é a velocidade média do fluido [m/s], (Q) é a vazão volumétrica [m³/s], (A) é a área da seção transversal da tubulação [m²] e (D) é o diâmetro interno da tubulação [m]. Para os cálculos, foi considerado o diâmetro interno do tubo de 0,015 m.

A partir das leituras realizadas nos manômetros do piezômetro, foi determinada a variação de altura entre os pontos localizados antes e após a válvula. Essa diferença de altura foi utilizada para avaliar a perda de carga localizada causada pela passagem do fluido através da válvula. O coeficiente de perda de carga localizada foi determinado por meio da Equação 4:

$$K = \frac{2g\Delta h}{v^2}$$

em que K é o coeficiente de perda de carga localizada [adimensional], g é a aceleração da gravidade, considerada igual a 9,81 m/s², Δh é a variação de altura obtida a partir das leituras dos manômetros [m] e v é a velocidade média do fluido [m/s].

Os cálculos foram realizados para cada uma das válvulas analisadas e para as três condições experimentais: água pura, água com adição de 7,5 kg de açúcar e água com adição de 15 kg de açúcar. Dessa forma, foi possível comparar os valores obtidos para cada válvula nas diferentes condições do fluido.

ISSN 2317-1316

Após a realização dos ensaios, os dados experimentais foram organizados em tabelas para facilitar a análise e comparação dos resultados. Para cada condição experimental, foram considerados os valores de massa coletada, tempo de coleta, vazão mássica, vazão volumétrica, velocidade média do fluido, variação de altura e coeficiente de perda de carga localizada.

A comparação entre os resultados obtidos para as diferentes concentrações de açúcar permitiu avaliar a influência da alteração das propriedades do fluido sobre o escoamento através das válvulas e sobre a perda de carga localizada do sistema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais mostraram diferenças no comportamento do escoamento em função da configuração do sistema e da composição do fluido. O ensaio sem válvula apresentou as menores perdas, enquanto a válvula gaveta resultou em valores relativamente baixos quando comparada às válvulas globo e esfera a 45°. Esse comportamento está relacionado à geometria interna dos acessórios: mudanças mais acentuadas na direção ou na área disponível para o escoamento favorecem a formação de regiões de separação, recirculação e turbulência, aumentando a dissipação de energia e, consequentemente, a perda de carga localizada.

A menor perda observada na válvula gaveta pode ser explicada pelo fato de que, quando aberta, sua passagem oferece menor obstrução ao escoamento. Já a válvula globo impõe mudanças mais significativas na trajetória do fluido, produzindo maior resistência. No caso da válvula esfera operada a 45°, a abertura parcial reduz a área efetiva disponível para passagem do fluido e provoca uma mudança brusca na seção de escoamento. Dessa forma, a maior perda registrada nessa configuração é compatível com a maior perturbação provocada no fluxo.

A adição de açúcar também modificou o comportamento hidráulico do sistema. O aumento da concentração da solução eleva sua resistência viscosa ao movimento, intensificando o atrito entre as camadas do fluido. Como consequência, para as condições de operação utilizadas, verificou-se redução da vazão e da velocidade média em relação à água. Esse efeito tornou-se mais evidente com o aumento da quantidade de açúcar, indicando que a alteração das propriedades físicas do fluido interferiu diretamente na facilidade com que ele escoava pela tubulação.

ISSN 2317-1316

A redução observada no número de Reynolds também pode ser relacionada ao aumento da viscosidade. Esse parâmetro representa a relação entre as forças de inércia e as forças viscosas presentes no escoamento, portanto, à medida que a influência das forças viscosas aumenta, o número de Reynolds tende a diminuir. Além disso, a própria redução da velocidade contribui para essa diminuição. Assim, os menores valores obtidos para as soluções contendo açúcar resultam do efeito combinado da alteração das propriedades do fluido e da redução da velocidade de escoamento.

Apesar dessas alterações, a tendência de perda de carga associada às diferentes válvulas foi mantida nas condições estudadas. Isso indica que a geometria dos acessórios exerceu influência importante sobre a dissipação de energia, enquanto a mudança na composição do fluido modificou as condições em que o escoamento ocorreu. Dessa forma, os resultados evidenciam que a perda de carga observada no sistema resulta da interação entre a resistência viscosa do fluido, a velocidade de escoamento e a geometria das válvulas.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram verificar que a perda de carga no sistema foi influenciada tanto pelas características do fluido quanto pela geometria das válvulas utilizadas. O aumento da quantidade de açúcar alterou as condições de escoamento, promovendo redução da velocidade média e do número de Reynolds, em razão do aumento da resistência viscosa do fluido. Entre as configurações avaliadas, o sistema sem válvula apresentou as menores perdas, enquanto as válvulas globo e esfera a 45° apresentaram os maiores coeficientes de perda de carga, devido às maiores perturbações impostas ao escoamento. Dessa forma, o estudo demonstrou que a análise da perda de carga deve considerar conjuntamente as propriedades do fluido e as características dos acessórios presentes na tubulação, contribuindo para a compreensão do comportamento hidráulico de sistemas submetidos a diferentes condições de operação.

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Declaração de Uso de IA: Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta ChatGPT, da OpenAI, para revisão gramatical e auxílio na tradução do texto para a língua

ISSN 2317-1316

inglesa. O conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

6 REFERÊNCIAS

CERQUEIRA, H. M. L. *Critérios de projeto para instrumentação piezométrica de diversas estruturas geotécnicas de mineração*. 2017. 166 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

MORAES JR., D.; MORAES, M. S. *Laboratório de Operações Unitárias I*. Santos, 2011.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. 4. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.

CRANE CO. *Flow of Fluids Through Valves, Pipes, Pumps and Fittings: Technical Paper No. 410*. 2022 ed. Crane Co., 2022.