

5 Conclusões e recomendações

5.1 Conclusões

Os resultados obtidos nos ensaios apresentados no capítulo 4 deste trabalho conduzem às seguintes conclusões, devido aos efeitos avaliados:

a) Efeitos devido às instalações

Com base nos experimentos realizados foi possível concluir, que a exatidão e a repetitividade de medidores ultra-sônicos sofrem influência provocada por instalações, ainda que estas atendam às recomendações descritas no API MPMS 5.8 [13] para trechos de medição à montante e à jusante do medidor. Todavia, deve-se assegurar que ao comparar os resultados entre o Método-1 e o Método-2 no Laboratório A e o Método-3 no Laboratório B, os resultados de erro e repetitividade melhoraram sensivelmente quando foram utilizados 40 diâmetros de tubo reto à montante do medidor.

b) Efeitos devido ao procedimento

Com base nos resultados obtidos para análise deste fator não foi possível concluir que o procedimento de calibração tenha exercido influência significativa sobre a exatidão e repetitividade do medidor ultra-sônico.

c) Efeitos devido ao volume provado

Os resultados obtidos nas condições do Método-1 e do Método-2 no Laboratório A e Método-3 no Laboratório B, não foram suficientes para confirmar experimentalmente, que a exatidão e a repetitividade sofrem influência do volume provado, embora haja recomendações para volumes mínimos provados em [5].

d) Efeitos devido ao *delay*

Os dados experimentais dos ensaios no Laboratório B, Método-4, confirmaram a influência do *delay* na exatidão e na repetitividade de medidores ultra-sônicos, demonstrando a necessidade de que sejam utilizados volumes provados superiores aos recomendados em [5] ou ainda, nos casos de limitação de recursos, que a contagem de pulsos ocorra numa condição de regime permanente de escoamento.

e) Atendimento às normas:

Apesar dos laboratórios participantes atenderem às recomendações normativas para calibração de medidores ultra-sônicos referentes às instalações, foi observado que acidentes imediatamente a montante do trecho de medição resultam em valores sistematicamente maiores de vazão medida, se comparado ao uso de comprimentos de tubo reto com pelo menos 40 diâmetros à montante desse trecho de medição. Portanto, com base nos resultados do presente estudo, recomenda-se a utilização de fazer uso de tubo reto à montante do trecho de medição com comprimento não inferior a 40 diâmetros, para garantir um escoamento completamente desenvolvido na seção de medição.

5.2 Recomendações

As recomendações aqui registradas têm como objetivo melhorar o aproveitamento no uso de medidores ultra-sônicos para a finalidade de medição de vazão de líquidos, bem como chamar a atenção para o atendimento às recomendações das normas e as recomendações que tratam desta tecnologia de medição. Portanto, estão dispostas a seguir as recomendações baseadas nas conclusões obtidas na presente pesquisa.

- a) Com base nas análises feitas sobre os efeitos de instalação de calibração para medidores ultra-sônicos, recomenda-se utilizar trechos de tubo retos com comprimento não inferior a 40 diâmetros, a fim de permitir uma condição de escoamento completamente desenvolvido.

- b) Como as normas apenas orientam quanto às condições mínimas de trechos a montante e jusante do medidor, deve-se evitar nas instalações de medição o uso de acessórios e curvas imediatamente à montante do trecho de medição.
- c) O projeto de um laboratório de calibração volumétrica deve considerar que medidores que operam por princípios de medição distintos podem sofrer diferentes influências, provocando erros sistemáticos indesejáveis.
- d) O processo de acreditação de laboratórios de calibração deve considerar na avaliação do escopo os comentários da 3ª recomendação.
- e) Na calibração de medidores ultra-sônicos em laboratórios deve-se assegurar que a contagem de pulsos deste medidor inicie com a vazão estabilizada, isto é, em regime permanente de escoamento.
- f) Estudos mais apurados devem ser feitos, visando avaliar os requisitos de aprovação da OIML R-117 [5] e as estimativas de incerteza contra para cada método aplicado.

5.3 Sugestões para futuros trabalhos

Devido às limitações de recursos não foi possível avaliar outros efeitos tais como que são igualmente relevantes para assegurar uma medição dentro dos níveis de especificação estabelecidos pelos fabricantes e pelas recomendações vigentes. Por fim, em função disso, sugere-se que sejam avaliados os efeitos do uso de medidores ultra-sônicos para vazão de líquidos com instalações de campo diferentes das instalações de calibração.