

5 Conclusões e recomendações

O objetivo principal desta dissertação é a avaliação técnica da utilização de medidores ultrassônicos de múltiplas trajetórias em pontos de medição fiscal de gás natural em unidades marítimas de produção. Com esta finalidade, foram verificados os requisitos mínimos das normas AGA 9 e ISO 17089. Inicialmente, o medidor foi calibrado no CEESI, verificando-se todos os parâmetros. Eles foram então comparados com os valores obtidos após sua colocação na Estação de Cacimbas, para verificação da existência de erros de instalação que pudessem comprometer o seu desempenho. A incerteza de medição de vazão foi estimada com o objetivo de atendimento da Portaria Conjunta ANP/INMETRO nº 1, determinando-se o tempo mínimo necessário para se medir a vazão média de gás natural com incerteza compatível às normas. Finalmente, uma análise exaustiva de parâmetros foi feita, comparando-se os valores obtidos durante a calibração e a operação, visando manter a confiabilidade da medição de vazão, caracterizando o chamado diagnóstico de operação, que pode indicar o momento para intervenção no equipamento, quer com uma nova calibração, quer com uma manutenção preditiva ou corretiva.

A metodologia empregada para avaliação do medidor requer que o ganho, a relação sinal-ruído e a *performance*, de cada canal sejam medidos na calibração e na operação. Foi observado que em ambos os casos eles eram da mesma ordem de grandeza para o ganho, o que significa que não existiu deteriorização do sinal ou presença de líquidos na linha. Já para a relação sinal-ruído, foi observado que existe uma menor variabilidade em condições de calibração em relação às condições de operação, que apresentam uma maior flutuação. Entretanto, os valores medidos estavam dentro dos limites aceitáveis definidos pelo fabricante. Outro parâmetro utilizado para a avaliação do medidor foi a *performance*. Em ambos os casos seu valor foi 100 %, o que significa que todos os valores de tempo de trânsito medidos foram utilizados na determinação da velocidade do escoamento, e, conseqüentemente, da vazão, mostrando que o ruído está sendo processado adequadamente pela eletrônica do equipamento.

As ferramentas de diagnóstico permitem avaliar as condições de escoamento. Os valores medidos e a velocidade média na trajetória em cada

canal, velocidade do som, turbulência e vazão volumétrica foram utilizados para mostrar que o perfil de velocidade estava completamente desenvolvido em ambos os casos, ou que não havia entupimento do condicionador de escoamento. Com esta finalidade, foram calculados os parâmetros de assimetria do escoamento, escoamento cruzado e o fator do perfil. Os dois primeiros permaneceram próximos de 1 nos dois casos; o último, próximo da relação entre velocidades em um escoamento completamente desenvolvido, em distâncias radiais diferentes e estipuladas pelo fabricante. A velocidade do som foi medida em cada trajetória, mostrando uma diferença menor do que a tolerada pela norma AGA 9, e um pouco maior para a norma ISO 17089. Isto mostra que a temperatura e a composição do gás natural eram uniformes, fatores importantes para a caracterização do escoamento como completamente desenvolvido.

A correta medição dos tempos de trânsito dos pulsos ultrassônicos, contra e a favor do escoamento, é provavelmente a melhor garantia de que o equipamento opera corretamente. Foi mostrado que a função ETA indicou não haverem medições incorretas dos tempos de trânsito e que não existiam canais defeituosos.

Uma contribuição importante da dissertação foi a estimativa da incerteza de medição de vazão com o medidor ultrassônico, a partir dos valores de calibração, obtidos pelo CEESI, ajustados e interpolados nesta dissertação juntamente com os valores obtidos em operação. Dados obtidos a cada 5 segundos, durante cerca de 4 minutos, indicaram uma variação da vazão típica do escoamento turbulento, porém acima do que seria necessário para considerá-lo como média temporal não variando com o tempo. Assim, um valor mínimo de integração do sinal no tempo foi definido para a aceitação do valor de vazão dentro dos limites das normas AGA 9 e ISO 17089. Estes valores de incerteza são bem inferiores aos estabelecidos da Portaria Conjunta ANP/INMETRO nº 1.

Finalmente, a influência da variação da composição do gás natural sobre a incerteza de medição foi avaliada, resultando em um valor um pouco maior, mas mantendo-se dentro dos limites das normas.

Desta forma, pela metodologia desenvolvida, conclui-se que o medidor ultrassônico atende os requisitos das normas AGA 9 e ISO 17089 para transferência de custódia, inclusive com valores de incerteza que são função do tempo de integração requerido para as medições. Estes valores também estão bem abaixo dos valores estipulados pela Portaria Conjunta ANP/INMETRO nº 1, o que o torna adequado para ser utilizado para transferência de custódia no Brasil.

5.1. Recomendações

A coleta dos dados a cada 5 segundos durante a calibração foi realizada por solicitação do pesquisador, pois normalmente não é realizada. Sugere-se, neste caso, uma mudança no procedimento, de forma que todos os dados e ferramentas de diagnóstico disponíveis sejam coletados e gravados para avaliações futuras. As comparações realizadas nesta dissertação poderiam então comprovar não somente a confiabilidade do medidor, como também possíveis distorções no escoamento. Além disto, a coleta de dados tanto do medidor em calibração quanto do padrão de referência poderiam resultar em melhora significativa dos resultados relativos a repetitividade.

Os projetos das estações de medição do E&P, em sua maioria, não prevêem facilidades de comunicação digital ou serial com os medidores, de forma que suas ferramentas de diagnóstico são subutilizadas. Visto isso, sugere-se uma mudança nos projetos de novas estações de medição, de forma a prever a comunicação digital/serial com os medidores, facilitando a visualização das ferramentas de diagnóstico e, conseqüentemente, a identificação de inconsistências.

Finalmente, recomenda-se realizar uma avaliação econômica da utilização de medidores ultrassônicos na medição fiscal e para transferência de custódia. Esta avaliação poderia levar em consideração os erros máximos admissíveis e incertezas, valores do gás natural, custos de transporte, custos de instalação, custos de operação e taxaço (*royalties* e participações especiais). Tal avaliação poderia ser realizada comparando a utilização de medidores ultrassônicos com a tecnologia da placa de orifício.