1 Introdução

Os choques do petróleo nos anos 70, seguidos da alta das taxas de juros internacionais, impuseram a revisão da política energética brasileira. Uma das medidas tomadas para efetuar essa substituição foi o aumento da produção nacional de petróleo e o incremento do uso do gás natural. No contexto deste cenário, a política adotada pelo Governo Federal Brasileiro tem o firme propósito de elevar a participação do gás natural (GN) na matriz energética nacional até o ano de 2030, dos atuais 12 % para 15,5 % (Vasconcelos *et al.*, 2013).

Em meados de 2013, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) publicaram a revisão da Resolução Conjunta nº1 (Agência Nacional do Petróleo e Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia, 2013).

Esta Resolução regulamenta a medição de petróleo e gás natural, trazendo grandes benefícios para o setor, mas também grandes desafios para os agentes regulados nesta área.

Todos os instrumentos de medição devem atender à regulamentação técnica metrológica em vigor, sendo as calibrações e inspeções dimensionais requeridas nessa Resolução executadas por conta e risco do agente regulado.

Segundo o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural a que se refere a Resolução Conjunta nº1 para fins desta dissertação, serão consideradas as definições da Agência Nacional do Petróleo e do Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia, (2013).

- Gás Natural ou Gás – Item 3.34 – “Todo hidrocarboneto que permaneça em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, cuja composição poderá conter gases úmidos, secos e residuais”.

- Medição Operacional – Item 3.43 – “Medição de fluidos para controle de processo, tanto de produção quanto de movimentação e estocagem de petróleo e gás natural, que não se enquadrem como medição fiscal, de apropriação ou transferência de custódia”.
- Medição de Transferência de Custódia – Item 3.46 – “Medição do volume de petróleo ou gás natural, movimentado com transferência de custódia, nos pontos de entrega e recebimento”.
- Ponto de Medição – Item 3.54 – “Localização em uma planta de produção, processo, sistema de transferência, transporte ou estocagem onde fica instalado um sistema de medição de petróleo ou gás natural utilizado com objetivo de medição fiscal, de apropriação, de transferência de custódia e operacional”.
- Sistema de Medição – Item 3.66 – “Conjunto de um ou mais instrumentos de medição e frequentemente outros dispositivos, montado e adaptado para fornecer informações destinadas à obtenção dos valores medidos, dentro de intervalos especificados para grandezas de tipos especificados. O sistema de medição de petróleo e gás natural inclui o medidor propriamente dito, e todos os dispositivos auxiliares e adicionais, e instrumentos de medição associados, aplicados a um ponto de medição”.

Atualmente, a medição de gás natural tornou-se altamente relevante, pois, através deste processo, criou-se um grande esforço por parte do agente regulado para adequar seus sistemas de medição às novas regras e prazos, estabelecidos a partir da revisão da Resolução Conjunta.

A Portaria Conjunta nº1 de 2000 (Agência Nacional do Petróleo e Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia, 2000), estabelece que o prazo para calibração dos instrumentos de temperatura e pressão estática, para medição em transferência de custódia e medição operacional é de 90 dias. A Resolução Conjunta nº1 de 2013 (Agência Nacional do Petróleo e Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia, 2013) revoga a Portaria Conjunta nº1 de 2000 e altera o prazo para periodicidade de calibração de instrumentos de temperatura e pressão estática.

Para fins de medição para transferência de custódia altera para 180 dias. Esta portaria, entretanto não faz menção à medição operacional.

Um ponto especial de interesse é que a Resolução conjunta ANP/INMETRO estabelece que a periodicidade de calibração possa ser alterada por solicitação do agente regulado. Nesse processo, o agente regulado deve submeter à ANP uma série de documentos técnicos para justificar a alteração da periodicidade da calibração, visando assegurar a confiabilidade dos resultados de futuras medições.

A principal motivação para estudar a importância de reavaliar a periodicidade de calibração são os impactos relativos aos custos e na preservação da confiabilidade metrológica dos equipamentos (Oliveira, Frota e Barreto, 2015).

O objetivo deste trabalho é identificar e analisar a aplicabilidade de ferramentas (estatísticas e estratégicas de apoio à tomada de decisão) para o estudo da reavaliação da periodicidade de calibração dos instrumentos de temperatura e pressão estática utilizados em malhas de gás natural, no Brasil. Isto se justifica, pois o agente regulador não estabelece a técnica estatística a ser utilizada e a diversidade de técnicas pode levar a diferentes prazos de periodicidade de calibração.

A partir da diversidade de abordagens existentes, o intervalo de calibração foi estimado com base em uma ferramenta de apoio à tomada de decisão (Guamone *et al.*, 2012), (Pereira, 2013), uma matriz SWOT modificada, a fim de ajudar o usuário na escolha da abordagem com maior potencial.

1.1. Definição do problema de pesquisa

No contexto da Resolução Conjunta nº1 de 2013, o problema de pesquisa investigado norteia-se em como avaliar a periodicidade de calibração de instrumentos de medição de temperatura e pressão estática utilizados em malha de gás natural no Brasil.

Em prosseguimento, a dissertação busca responder às seguintes questões:

- Quais são às ferramentas (estatísticas e estratégicas) de apoio à tomada de decisão que podem avaliar a periodicidade de calibração dos instrumentos de medição?
- Qual é a fundamentação metrológica para avaliar criticamente a periodicidade de calibração de instrumentos de medição?

1.2.

Objetivos: geral e específicos

Em concordância com o que foi exposto, o objetivo geral desta dissertação é: avaliar a periodicidade de calibração de instrumentos de medição de temperatura e pressão estática utilizados em malha de gás natural no Brasil *vis-à-vis* o regulamento metrológico aplicável.

A dissertação possui os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e analisar a aplicabilidade de ferramentas (estatísticas e estratégicas) de apoio à tomada de decisão para avaliar a periodicidade de calibração de instrumentos de medição.
- Apresentar a fundamentação metrológica para avaliar criticamente a periodicidade de calibração de instrumentos de medição.

1.3.

Motivação

A principal motivação para reavaliar a periodicidade de calibração são os impactos diretos nos custos e o seu impacto para assegurar a confiabilidade metrológica dos equipamentos.

Os custos oriundos do processo de calibração devem constantemente ser mensurados, haja vista que, ao aumentar a periodicidade da calibração, corre-se o risco de aumentar a incerteza associada à calibração, podendo comprometer a confiabilidade metrológica do equipamento de medição.

Entende-se que esta dissertação contribui para a melhoria do controle metrológico e para o aprimoramento da legislação aplicável à medição de gás natural.

Em relação às empresas de petróleo e gás, a presente pesquisa visa conciliar custos operacionais e qualidade através do ajuste adequado da periodicidade de calibração.

1.4.

Metodologia

A metodologia da pesquisa utilizada para responder às questões abordadas nesta dissertação pode ser classificada quanto aos fins como: descritiva, metodológica e aplicada.

Referente aos meios de investigação, a pesquisa pode ser classificada como: bibliográfica, documental e de campo e a natureza da pesquisa classifica-se como quantitativa.

1.5. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos, incluindo esta introdução. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico referente à calibração de instrumentos de temperatura e pressão estática, utilizados em malhas de gás natural, ressaltando-se a importância de reavaliar a periodicidade de calibração desses instrumentos, a evolução do controle metrológico de petróleo e gás no país e os procedimentos de calibração. O terceiro capítulo descreve a ferramenta selecionada de apoio à tomada de decisão para fins deste trabalho, a saber: matriz *SWOT adaptada* e as técnicas estatísticas utilizadas. O quarto capítulo refere-se à análise da periodicidade de calibração, bem como à pesquisa de campo, descrevendo a etapa de coleta, formatação e análise dos dados, fundamentando a discussão dos resultados gerados com a aplicação das técnicas estatísticas, juntamente com a ferramenta de apoio à tomada de decisão, modificada e tradicional. Finalmente, o último capítulo formula as conclusões do trabalho e encaminha recomendações para desdobramentos futuros da pesquisa.