

8

Conclusões e recomendações

Conforme discutido no presente trabalho, a quebra do monopólio do petróleo possui implicações de natureza tecnológica que transcendem os aspectos jurídicos que normalmente resultam da introdução e implementação de um novo marco regulatório com a aprovação de uma nova lei. Intensivo em tecnologia, o setor de petróleo e gás não foge à regra.

Em particular no que diz respeito à metrologia, à normalização e à avaliação da conformidade, a quebra do monopólio impactou fortemente na infra-estrutura de serviços técnicos especializados. Passou a requerer um novo acervo de normas e instruções técnicas, novas práticas laboratoriais e métodos de calibração antes não requeridos e que hoje caracterizam um novo conceito de controle metrológico. Induziu e gerou novas demandas e, ao criar novas oportunidades, também criou barreiras que alijam do mercado empresas prestadoras de serviços e fornecedoras de equipamentos e componentes (e mesmo países) que não mais conseguem atender a especificidades do novo marco regulatório imposto. Resultado da intempestividade com que foi implementada, a quebra do monopólio chegou até mesmo a impor regras que não puderam ser cumpridas de imediato e ainda hoje aguardam melhor definição para que sejam aplicadas.

Dentre os muitos exemplos, destaca-se o reduzido (sessenta dias!) prazo imposto para re-calibração de medidores de vazão de petróleo e gás para efeitos de transferência de custódia e medição fiscal para apropriação de royalties, prazos esses que hoje já se mostraram tecnicamente inviáveis ou desnecessários. Muitos outros exemplos relacionam-se às exigências de procedimentos de avaliação da conformidade de impossível implementação por deficiência e inadequação da infra-estrutura laboratorial implantada no País. Problema que se agrava quando se considera que o país sequer dispõe ainda de uma infra-estrutura metrológica para proceder à padronização primária e prover a cadeia da rastreabilidade para medição de vazão nas faixas de medição hoje praticadas. Destaque-se, entretanto, o grande esforço que vem sendo implementado pelo INMETRO para suprir essa grave vulnerabilidade.

Especificamente no que diz respeito à metrologia e suas áreas correlatas, a quebra do monopólio causou uma revolução sem precedentes, inclusive no setor

educacional, tendo estimulado a consolidação e criação de cursos especializados em diferentes níveis de formação acadêmica. O Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio que especializou uma de suas linhas de atuação para o Setor de Petróleo e Gás Natural é apenas um de muitos outros exemplos.

Assim, no contexto do objetivo central do trabalho, motivado pela nova cultura da Metrologia implantada no Brasil, com a introdução de um organismo regulador (ANP) para o setor, foi redirecionado para estudar a relevância (técnica e econômica) que foi atribuída à metrologia (enquanto tecnologia das medições) com a quebra do monopólio do petróleo. Quebra essa que, inegavelmente, conforme ressaltado acima, passou a requerer maior controle metrológico dos sistemas de medição. Dessa forma, a mesma motivação que norteou os dois objetivos específicos do presente trabalho, citados no Capítulo 1, também serviram para orientar as conclusões aqui elaboradas.

8.1 Conclusões

8.1.1 Caracterização das demandas

Demandas específicas por metrologia foram caracterizadas nesse trabalho para o setor de petróleo e gás natural. No que diz respeito à medição fiscal e à transferência de custódia, as demandas por metrologia e por seus serviços foram qualificadas e analisadas. A análise desenvolvida contempla não apenas o rigor do controle metrológico, mas, também, a imperiosa necessidade de se garantir reduções nos níveis de incerteza associados ao resultado da medição, notadamente pelo impacto econômico que delas decorre. Foram ainda consideradas as oportunidades por novos serviços e técnicas de medição que são identificadas quando da disseminação da unidade de medida e da manutenção da cadeia da rastreabilidade e, também, os aspectos da auditoria e fidedignidade de operação nos campos de produção.

Importante observar que, conseqüência da pouca experiência e tradição de um setor que apenas recentemente passou a ser regulado, nem sempre as regras são claras, consistentes e bem definidas, levando até mesmo à violação da clássica Lei da Oferta e da Demanda. Hoje está patente no Brasil que, dada à indesejável ingerência no mercado, a condição de aumento da oferta de petróleo e gás não implica na redução do seu preço.

As demandas por metrologia foram identificadas e caracterizadas no capítulo 4 e relacionam-se mais diretamente aos aspectos metrológicos vinculados à rastreabilidade ao SI, à falta de acesso a padrões nacionais, à baixa

oferta de laboratórios para calibração de medidores e a pouca capacitação dos usuários. Dentre os problemas mais críticos, o trabalho discutiu aspectos relacionados aos desvios de calibração induzidos pela utilização de fluidos de trabalho diferentes do fluido real na calibração.

Outro aspecto ressaltado no capítulo 4 refere-se à necessidade de se atribuir à medição a relevância econômica que o tema requer, não apenas no nível da gestão técnica mas no da gestão estratégica das organizações do Setor de Petróleo e Gás.

8.1.2

Proposição de metodologia prática

Em consonância ao segundo objetivo específico, o trabalho disponibiliza aos profissionais do setor uma metodologia prática para a seleção de medidores de vazão de petróleo e gás natural, considerando as variáveis que mais influenciam o processo de seleção e especificação técnica do tipo de medidor a ser preterido. Dentre os parâmetros críticos que conduzem a essa especificação técnica do sistema (tecnologia) de medição mais adequado aos propósitos pretendidos, destacam-se a definição das incertezas associadas ao sistema de medição, faixas de vazão máximas esperadas para as diversas tecnologias aprovadas pela ANP e investimentos necessários à sua implementação e operação.

De forma objetiva e pragmática, o fluxograma proposto no Capítulo 7 (Figura 7.5) caracteriza os aspectos metodológicos que determinam a seleção do medidor. Para satisfação do autor, a metodologia proposta está sendo considerada para constituir-se na sistemática de operação da Petrobras, assim contribuindo para aprimoramento da rotina de especificação de medidores de óleo e gás natural.

8.2

Recomendações para desdobramentos futuros do trabalho

Ciente da complexidade e abrangência dos aspectos que influenciam a medição de petróleo e gás, o trabalho não pretendeu esgotar o assunto e tampouco o autor teve tal pretensão. Ao contrário, o trabalho estimula outros estudos complementares, quer do ponto de vista da gestão do sistema de medição, quer dos aspectos técnicos e mercadológico a ele associados. Sob o ponto de vista da gestão da medição nas organizações, procedimentos e diretrizes precisam ser criados e implementados não apenas visando conceber uma metodologia que garanta o cumprimento aos requisitos técnicos e legais

dos sistemas de medição, mas, notadamente, para impregnar na cultura pela relevância da Metrologia.

Do ponto de vista mercadológico, torna-se urgente e imprescindível estimular novas pesquisas relacionadas às demandas por serviços de calibração em laboratórios, preferencialmente acreditados. Importante também atender às reais necessidades do mercado nacional e internacional, com versatilidade para contemplar diferentes portes de medidores, tipos de fluidos de trabalho, calibração com base em fluidos reais, correção de propriedades em tempo real, conforme preconizado em normas e nas boas práticas laboratoriais, internacionalmente aceitas.

Já sob o ponto de vista tecnológico, o estudo da calibração de medidores ultra-sônicos com um fluido de trabalho (por conveniência, água) diferente do fluido real (petróleo) continua sendo tema de interesse. Não obstante as constatações de que calibrações de medidores ultra-sônicos fazendo uso de água como fluido de trabalho produz resultados compatíveis com calibrações realizadas com óleo, desde que mantido o mesmo regime de operação (i.e.: ajustado o escoamento para assegurar um mesmo valor do Número de Reynolds), esta se constitui em área fértil para investigação.

Ao encerrar o autor deseja destacar a importância pelo aprimoramento profissional de alto nível, que nem sempre se torna factível aos profissionais do setor, que trabalham sob a pressão dos contratos e das prioridades estabelecidas pela alta administração das empresas do setor. Embora recomende a capacitação nos níveis mais avançados, igualmente recomenda cursos profissionalizantes de curta duração que devem ser estimulados pelas empresas que atuam no segmento de petróleo e gás natural.

Importante reconhecer que, a despeito da excelência do Programa de Pós-graduação em Metrologia (Mestrado) que oferece um ambiente acadêmico e de pesquisa altamente favorável à reflexão de questões relevantes às tecnologias de medição, nem sempre a formação de longo prazo (que requer cerca de dois anos) torna-se factível, por limitação de tempo, para profissionais diretamente envolvidos na operação e exploração de petróleo e gás natural. Por outro lado não podem e não devem prescindir da oportunidade de aprimorar seus conhecimentos sobre temas relevantes relacionados à ciência e à tecnologia das medições. Assim, quando a formação de longo prazo mais duradoura não for possível, fortemente recomenda-se às empresas atuantes no setor estimular a oferta de cursos e facilitarem o acesso de seus profissionais a treinamentos especializados em temas críticos de metrologia e normalização voltada ao setor.

Com base na experiência bem sucedida do autor no seu Programa de Mestrado em Metrologia que o expôs a temas de interesse, registra-se, aqui, a

título de colaboração, a estrutura básica de um curso típico sobre medição de vazão que visa satisfazer necessidades básicas hoje sentida pelos profissionais do setor.

Proposição de ementa de curso sobre tecnologia de medição de vazão de gás: **Módulo Introdutório:**

- Definições e terminologia;
- Apresentação sinótica dos medidores de vazão, os preferidos para a medição de gás natural;
- Incerteza de medição.

Módulo Constitutivo: O gás natural

- Equações de estado dos gases;
- Compressibilidade, métodos de determinação, AGA8;
- Viscosidade dos gases, métodos de determinação da viscosidade do gás natural;
- Expoente isentrópico dos fluidos compressíveis, métodos de determinação do expoente isentrópico do gás natural. (AGA 10)

Módulo Instrumental: Tecnologias de Medição

- Tecnologias de medição e medidores de vazão (gás natural)
- Tecnologia de medição por placa de orifício
 - Teoria básica, aplicação prática do teorema de Bernoulli
 - O coeficiente de descarga e o fator isentrópico
 - As normas ISO 5167 2003 e AGA 3 1992/2000
 - Métodos de cálculo de placas de orifício
 - Detalhes de engenharia para a especificação, fabricação, inspeção, instalação e manutenção
- Estimativa da incerteza
- Estudos de caso.
- Medidores de vazão por turbina e medidores ultra-sônicos
- Descrição de turbinas para medição de gás natural;
- Normas referentes a turbinas (AGA 7, ISO 9951) e a medidores ultra-sônicos (AGA 9);
- Cálculos de vazão com turbinas;

- Detalhes de engenharia para a especificação, fabricação / inspeção, instalação e manutenção;
- Estimativa da incerteza.
- Medidores de vazão pelo efeito Coriollis

Módulo Conceitual: Princípios de medição

- Conversão da vazão em massa para vazão em volume
- Compreensão e aplicação da Norma AGA 11
- Estudo de caso.

Módulo Calibração: Sistemas e medidores

- Calibração dos sistemas de medição
- Calibração de medidores, nas condições laboratoriais e no campo;
- Calibração dos elementos secundários e terciários (API 21).

Módulo Computadores de vazão: Princípios, validação e aplicações

- Hardware e software
- Sistemas de medição, coleta e processamento de dados
- Computadores de vazão
- Equipamentos dedicados e comercialmente disponíveis
- Validação e integração de dados.