

5

Conclusão

De acordo com o apresentado, fica evidente a necessidade de estabelecer o controle metrológico neste seguimento. Conforme mostrado no Capítulo 4, há distintas metodologias de medição para a prática comercial de líquidos criogênicos, estabelecidas de acordo com tendências internacionais e do próprio mercado interno, o qual foi se moldando, ao longo dos anos, em função de acordos entre os envolvidos, sem a interferência de um organismo de terceira parte, imparcial nos julgamentos.

Entretanto, para o estabelecimento do controle metrológico em questão, é essencial o amparo de uma regulamentação capaz de agregar aspectos não só inerentes às boas práticas, mas que contemplem a realidade do mercado brasileiro. Uma regulamentação apropriada carrega a responsabilidade de amparar as decisões sobre como atingir a coerência metrológica, a fim de melhorar a eficiência em custos, além de não criar obstáculos desnecessários ao comércio.

É de fundamental importância atentar para as diretrizes internacionais e para o contexto nacional, estreitar contatos com os envolvidos em todos os segmentos, além de buscar alicerces acadêmicos, quando da estruturação de um regulamento. Tais ações visam evitar a não aplicabilidade da regulamentação, o que fatalmente leva ao descaso com a questão legal, quadro de difícil reversão.

Além disso, durante o desenvolvimento, há que se prever como o controle metrológico correspondente será efetivado, em todos os seus desdobramentos. Mais uma vez, a lacuna deixada entre a adoção de um RTM e a efetivação do controle correspondente não pode ser superior aos prazos previstos pela legislação para a adequação esperada.

Mediante tais abordagens, as conclusões apresentadas a seguir objetivam indicar os trâmites a serem percorridos para a adoção da prática do controle metrológico nos dispositivos e sistemas de medição de líquidos criogênicos:

1) O ponto de partida corresponde à reestruturação da regulamentação vigente, neste caso, a Portaria Inmetro nº. 58 de 1997. Entendo que tal documento deve ser revisto tendo como base os argumentos apresentados por esta dissertação e a Recomendação nº. 81 da OIML.

2) *Todavia, o que deve estar submetido ao controle metrológico?* Para responder a esta indagação busquei elementos na Resolução Conmetro nº. 11 de 1988, onde, conforme o capítulo 3, item 8, fica estabelecido que, cabe o controle metrológico aos sistemas e dispositivos envolvidos direta ou indiretamente na quantificação e conclusão da atividade comercial de líquidos criogênicos. Dependendo do sistema seriam submetidos ao controle metrológico os seguintes dispositivos:

- medidor volumétrico (turbina);
- transdutor de medição;
- dispositivo calculador eletrônico;
- dispositivo indicador;
- dispositivo de conversão;
- dispositivo para fornecimento ou memorização de resultados de medição;
- impressora;
- dispositivo para medição de temperatura;
- dispositivo para medição de pressão;
- dispositivo para medição de massa específica;
- manômetro diferencial (indicador de nível);
- tanque de armazenamento;
- balança.

3) Para todas as formas de comercialização, observo que é imprescindível a manutenção do estado líquido durante as medições. Ainda que quaisquer mudanças de estado venham a ocorrer, apenas a matéria no estado líquido poderá ser contabilizada em termos comerciais. Desta maneira sugiro que sejam previstos dispositivos e/ou técnicas para tal, a exemplo da possibilidade de pré-resfriamento do sistema com a passagem de pequena quantidade de líquido criogênico antes do início das medições.

4) Devo salientar, ainda, que o dispositivo (mangueira, mangote) utilizado para transferência do líquido criogênico, do fornecedor para o comprador, não necessita ter comprimento delimitado por regulamento, uma vez que o fornecimento deve ser do tipo, comumente chamado, “mangueira seca”.

5) Ressalto o fato de que deve ser respeitado o aspecto conceitual referente aos termos *densidade* e *massa específica*. Embora a Portaria Inmetro nº. 58 de 1997 empregue o termo *densidade*, esta abordagem é errônea, uma vez que a grandeza *massa específica* é que congrega a relação entre massa e volume de um líquido, podendo, assim, ser utilizada como fator de conversão entre massa e volume, ou vice-versa.

6) Quanto às metodologias de medição a serem aceitas para fins de comercialização, indico a adoção, sem preferência, de qualquer uma das três práticas apresentadas no Capítulo 4, todavia atendendo, obrigatoriamente, as proposições estabelecidas no subitem 4.3. Sendo assim, aplicam-se os seguintes princípios de medição:

- medição de massa (estática);
- medição por diferencial de pressão (nível);
- medição de vazão volumétrica (medidor do tipo turbina).

7) A citada Portaria Inmetro nº. 210 de 1994 sinaliza a possibilidade da utilização de laboratórios estrangeiros, devido à estrutura ainda não abrangente da rede nacional, desde que sejam observadas as prescrições da OIML, conforme comentado anteriormente. Todavia, quando o assunto é confiabilidade metrológica ressalto, a seguir, alguns aspectos adicionais. Inicialmente, em termos laboratoriais, de imediato, é aplicável a norma NBR ISO/IEC 17025 – *Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração*. Neste contexto, na conjuntura nacional, os laboratórios credenciados pelo Inmetro na RBC e RBLE atendem a este princípio. No âmbito internacional, para garantir a utilização de serviços laboratoriais fundamentados nos mesmos preceitos de confiabilidade metrológica, deve-se utilizar laboratório credenciado, pertencente a país que possua acordo de reconhecimento mútuo com o Inmetro, na atmosfera do Ilac (fórum que congrega diversos países reunidos por um acordo de

reconhecimento, tendo como objetivo, eliminar barreiras técnicas do mercado internacional, o desenvolvimento e a interação entre laboratórios credenciados em todo mundo).

8) Sugiro que o processo de aprovação de modelo seja conduzido para todo um sistema de medição ou para dispositivos isoladamente. Desta maneira, devem ser aplicados os critérios de exatidão requeridos no documento OIML R81, sendo estes apresentados na tabela seguinte:

| Descrição | ema (\pm) |
|---|---------------------|
| Sistema de medição | 2,5 % |
| Medidor (neste caso, volumétrico, tipo turbina) | 1,5 % |
| Dispositivo para medição de temperatura | 1 K |
| Dispositivo para medição de pressão | 50 kPa |
| Dispositivo para medição de massa específica | 5 kg/m ³ |
| Transdutor de medição | 1 % |
| Dispositivo calculador | 0,25 % |
| Dispositivo de conversão | 1 % |

Tabela 3 – *ema* aplicável a dispositivos/sistemas de medição de líquidos criogênicos

No caso da utilização de balanças, são aplicáveis as condições estabelecidas na regulamentação específica, neste caso a Portaria Inmetro nº. 236 de 1994. Para os manômetros utilizados com a função de indicadores de nível, dado a inexistência de referências quanto ao *ema*, deve-se proceder uma avaliação prática da influência dos erros apresentados por tais dispositivos no volume final a ser medido.

De uma forma geral, o *ema* estabelecido para o sistema de medição deve ser o critério soberano para qualquer avaliação.

Para as verificações do sistema de medição no campo, recomendo manter o *ema* igual a $\pm 2,5$ %

9) Conforme apresentado, para avaliação do desempenho de determinado medidor ou sistema de medição devem ser realizados ensaios com o intuito de averiguar o desempenho requerido. Desta maneira, recomendo que sejam feitos

ensaios através de metodologia gravimétrica, volumétrica ou utilizando um medidor padrão, para que se obtenha o erro de medição e a repetitividade, pelo menos, considerando, para os ensaios, condições similares as de operação. Tal fato pressupõe vazões que cubram toda a faixa de operação (de $Q_{\text{máx}}$ a $Q_{\text{mín}}$, incluindo os extremos), além de impor a necessidade de avaliação do sistema com o líquido (ou outro de características semelhantes) a ser comercialmente medido e mesmas condições de temperatura e pressão de operação.

Para medidores que possuem partes móveis, a exemplo dos medidores tipo turbina, concluo ainda que são indispensáveis os ensaios de desgaste, na vazão máxima do medidor, sendo este procedido de novo ensaio de desempenho.

Ressalto também a necessidade contemplar ensaios em dispositivos eletrônicos, conforme apresentado pelo Anexo B da OIML R81. Para estes últimos, deve ser previsto esquema de selagem eletrônica, assunto este não contemplado na regulamentação vigente.

10) Para efeito de padronização, indico que os valores de massa específica utilizados para fins de cálculos e/ou conversões entre unidades com objetivo comercial, quando não medidos no momento e nas condições de operação, sejam extraídos de uma única fonte. Considerando que a tabela apresentada no Anexo C da OIML R81 (para argônio, hélio, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio líquidos), foi elaborada pelo Nist, a pedido da OIML, tais dados podem ser adotados no âmbito brasileiro. Para demais líquidos, não contemplados pela tabela citada, sugiro que os dados a serem utilizados sejam avaliados pelo órgão metrológico, ao qual cabe investigar a veracidade e rastreabilidade dos mesmos.