

Avaliação Metrológica de Sistemas de Medição de Vazão Instalados em Estabelecimentos Industriais Envasadores de Cerveja

Pedro Paulo Almeida Silva¹, Rita de Cássia Pires Reis Silva¹, Iris da Silva Trindade¹, Rodrigo Vivarelli Poggi Leal¹ e Thais Belle Machado¹

¹ Divisão de Instrumentos de Massa Específica, Temperatura e Outros da Diretoria de Metrologia Legal do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Dimet/Dimel/Inmetro), Duque de Caxias, Brasil, ppsilva@inmetro.gov.br, rrsilva@inmetro.gov.br, istrindade@inmetro.gov.br, rvleal@inmetro.gov.br, tbmachado@inmetro.gov.br

Resumo: Com as determinações estabelecidas pelo Ato Declaratório Executivo (ADE) nº 7 de 20.05.2004 do Ministério da Fazenda, transformado em instrumento da política de fiscalização tributária de estabelecimentos industriais envasadores de bebidas, ganha relevância a avaliação metrológica de Sistemas de Medição de Vazão (SMV), já que sua instalação constitui-se em uma obrigatoriedade aos referidos estabelecimentos industriais.

Neste contexto, a avaliação metrológica do SMV é tratada não apenas como insumo, mas, também, como elemento indispensável na comprovação do volume envasado pelos estabelecimentos industriais em um período de tempo pré-determinado.

Segundo a regulamentação editada, o SMV instalado deve ser submetido a um processo de conformidade, realizado em três fases: **(i)** pré-qualificação do modelo (tipo); **(ii)** calibração dos instrumentos de medição que o compõe e **(iii)** avaliação de conformidade do SMV.

No que concerne a avaliação metrológica do SMV, a Secretaria da Receita Federal (SRF) em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), este utilizando-se dos recursos de ambiência de sua Diretoria de Metrologia Legal (Dimel) promoveram avaliações metrológicas de Sistemas em 17 Unidades da Federação (UF). Ainda no que concerne essas avaliações, entende-se que o presente trabalho já produziu resultados relevantes, tendo a previsão de ser estendido a outros produtos industrializados envasados (ex.: refrigerantes, água, sucos).

No contexto das determinações apontadas pelo referido ADE, o presente artigo contemplou o estudo do *modus operandi* do SMV, no que concerne a medição de temperatura, condutividade e vazão.

Palavras-chave: 1.SMV. 2.Vazão. 3.Condutividade. 4.Temperatura. 5.Avaliação.

1. INTRODUÇÃO

Os estabelecimentos industriais envasadores das bebidas classificadas na posição 2203 da Tabela de Incidência de Produtos Industrializados (Tipi), aprovada pelo Decreto nº

4.542, de 26.12.2002, sujeitos ao regime de tributação de que trata a Lei nº 7.798, de 10.07.1989, são obrigados a instalar o SMV¹. Cabe ressaltar que, sua instalação é realizada diretamente no equipamento utilizado para enchimento dos vasilhames, onde as bebidas são acondicionadas a fim de serem colocadas no mercado consumidor. Considera-se que uma mesma enchedora pode ser utilizada com diferentes espécies e variedades de bebidas, isso ocorrendo somente em períodos distintos.

O SMV é um aparato composto por instrumentos de medição de vazão e condutividade bem como aparelhos para controle, registro, gravação e transmissão remota dos quantitativos medidos à SRF. Esse medindo continuamente a vazão, a condutividade elétrica e a temperatura dos líquidos que alimentam as enchedoras e fluem pela tubulação de entrada ao qual está associado. O SMV não pode interferir na fabricação do produto.

A instalação do SMV dar-se-á em estabelecimentos industriais envasadores de bebidas, hoje aplicável somente a cerveja, cuja produção anual seja superior a 5.000.000L, computadas as produções das respectivas filiais, pessoas jurídicas associadas, coligadas, controladas e controladoras.

No que concerne a avaliação metrológica do SMV, é uma atribuição da Diretoria de Metrologia Legal (Dimel), onde a execução das atividades ficou sob a responsabilidade da Divisão de Instrumentos de Massa Específica Temperatura e Outros (Dimet).

A Dimet é uma Unidade Operacional (UO) da Dimel na estrutura organizacional do Inmetro. A atribuições da Dimet são: **(i)** participar dos programas de elaboração de regulamentos, normas e procedimentos de verificação de instrumentos de medição; **(ii)** realizar perícias, emitir pareceres, laudos técnicos e relatórios de ensaio sobre instrumentos de medição; **(iii)** realizar a verificação e a supervisão metrológica de instrumentos de medição; **(iv)** participar dos programas de auditoria técnica; **(v)** pesquisar e desenvolver padrões, equipamentos e instalações necessários e adequados à execução das atividades de metrologia legal; **(vi)** participar dos programas de

¹ Os requisitos obrigatórios estão dispostos no ADE nº 20, 01.10.2003.

treinamento de recursos humanos e (vii) pesquisar, elaborar e propor os métodos de ensaio de instrumentos de medição. Seu principal objetivo consiste no engajamento da notoriedade a que se deve atribuir a metrologia legal, reconhecida como ferramenta estratégica e instrumento da competitividade e na melhoria da qualidade de vida.

Dentre outras ações, a Dimet prioriza a elaboração de regulamentações e normas de procedimentos para Apreciação Técnica de Modelos (Tipos) – ATM e verificações de instrumentos de medição de sua ambiência (ex.: etilômetro, flutuador, termômetro industrial para petróleo e derivados, bem como para álcool e suas misturas com água, densímetros, medidor de transmitância luminosa, dentre outros).

Este artigo foi desenvolvido com o objetivo de tornar público as avaliações metrológicas do SMV, desenvolvido somente no Brasil, elaborou este artigo intitulado “Avaliação metrológica de Sistemas de Medição de Vazão instalados em estabelecimentos industriais envasadores de cerveja”, a fim de alinhar os interessados no assunto com os procedimentos e requisitos exigíveis para realização dessas avaliações metrológicas.

2. PRÉ-QUALIFICAÇÃO DO MODELO DO SMV

A pré-qualificação dos sistemas que implementam funções integrantes do SMV é providenciada por seus fabricantes ou representantes comerciais (importadores). Cabe ressaltar que, exemplares representativos desses sistemas são submetidos a processos preestabelecidos de verificação, esses são realizados em laboratórios de instituições reconhecidas pela SRF.

Os medidores de vazão e condutivímetros são apresentados ao Inmetro para pré-qualificação. Esse instrui ao interessado quanto aos documentos necessários para dar início ao referido processo de pré-qualificação. Quanto aos sistemas que implementam as funções *registro*, VPN e *firewall* são apresentados à uma instituição de pesquisa de natureza jurídica pública para sua devida pré-qualificação. A relação dos sistemas que foram formalmente pré-qualificados² é disponibilizada na *web* da SRF.

3. CALIBRAÇÃO³ DOS SISTEMAS⁴ QUE COMPÕEM O SMV

Após obtenção da pré-qualificação do seu modelo, cada unidade dos sistemas que implementam as funções *medição de vazão*⁵ e de *condutividade*⁶ é calibrada por laboratórios

² Quando um instrumento de medição que implementa funções do SMV é aprovado na pré-qualificação, o fabricante e/ou representante comercial (importador), protocolizam seu requerimento junto a Cofis.

³ As exigências para calibração de sistemas estão preestabelecidas no Anexo II do ADE Cofis nº 7 de 20.05.2004.

⁴ O termo *sistema* é o jargão utilizado pela SRF e na metrologia é entendido como *instrumento de medição*.

⁵ A expressão *sistema que implementa a função de medição de vazão* é o jargão utilizado pela SRF e na metrologia é entendida como *medidor de vazão*. Assim, para fins deste artigo entende-se *medidor de vazão*.

da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial (Dimci) e/ou por laboratório acreditado⁷, esse procedimento é realizado antes de sua instalação em um SMV.

4. AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE⁸ DO SMV

As bases conceituais da avaliação de conformidade do SMV estão estabelecidas no anexo único do ADE Cofis nº 20 de 01.10.2003. Essas consistem na pré-qualificação dos sistemas que realizam as funções de **a)** medição de vazão, **b)** medição de condutividade, **c)** registro de medições⁹, **d)** *Virtual Private Network* (VPN)¹⁰ e **e)** *firewall*¹¹.

O SMV quando completo e instalado é submetido a um procedimento de verificação, esse é realizado no próprio ambiente de operação do estabelecimento industrial envasador. O processo de avaliação de conformidade¹² do SMV prevê a periodicidade de calibração dos medidores de vazão e condutivímetros. Cabe ressaltar que, no decorrer do processo de avaliação da conformidade do SMV instalado, seu acesso é restrito.

Após conclusão, o processo de avaliação da conformidade, as partes integrantes do SMV são lacradas. O critério para lacrar essas partes é de responsabilidade da SRF ou das Secretarias Estaduais de Fazenda conveniadas.

4.1 Sistema de Medição de Vazão padrão

Sistema de medição padrão cuja função é comparar os resultados das medições de vazão, condutividade elétrica e de temperatura, dos líquidos que alimentam uma enchedora, com os obtidos por um SMV instalado.

⁶ A expressão *sistema que implementa a função de medição de condutividade* é o jargão utilizado pela SRF e na metrologia é entendida como *condutivímetros*. Assim, para fins deste artigo entende-se *condutivímetros*.

⁷ Esses pertencentes a Rede Brasileira de Calibração (RBC) e/ou Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE).

⁸ Na avaliação de conformidade do SMV, o Certificado de Calibração emitido é o documento hábil e imprescindível a ser exigido pelo avaliador.

⁹ A função *registro de medições* que integra o SMV realiza o armazenamento de informações definidas pelo usuário durante a sua fase de configuração e de informações obtidas a partir de um ou mais pares de funções associadas (medidor de vazão e condutivímetros).

¹⁰ A função *VPN* que integra o SMV interliga a função *firewall* e a função *registro* com o *software* aplicativo remoto especificado no item 3.3.2.3 do ADE Cofis nº 20 de 01.10.2003, que antes de entrar em operação passa pelo processo de validação de *software*.

¹¹ *Firewall* é o sistema para controle do acesso a informações que devem ser protegidas em uma rede de computadores. Um *firewall* monitora o tráfego de informações que chega até ele e aplica regras de controle de acesso com o objetivo de impedir o acesso não autorizado a sistemas ou redes privados que têm conexão com outras redes.

¹² O processo de avaliação da conformidade do SMV instalado será efetuado de acordo com o estabelecido no Anexo III do ADE Cofis nº 7 de 20.05.2004.

4.2 Sistema de Medição de Vazão instalado

Sistema cujos os requisitos são especificados no ADE nº 20 de 01.10.2003 e que tem como principais funções as medições de vazão, de condutividade elétrica e de temperatura dos líquidos que alimentam uma enchedora, o registro dos dados obtidos e a disponibilização desses dados para o uso da SRF.

5. MEDIÇÃO DE TEMPERATURA, CONDUTIVIDADE E VAZÃO NO SMV

O SMV mede continuamente a vazão, a condutividade elétrica e a temperatura dos líquidos que alimentam uma enchedora, e fluem pela tubulação de entrada à qual o referido sistema está associado. Para isso, os sensores de medição estão permanentemente em contato com os líquidos, não interferindo na fabricação.

A condutividade elétrica de um dado líquido varia em função da temperatura a que está submetido. As medidas de condutividade elétrica obtidas pelo SMV¹³ são associadas a medições de temperatura, sem a correção da temperatura. Os valores típicos de condutividade elétrica referentes a cervejas de diversos tipos e marcas situam-se abaixo de 2.000µS/cm.

As medições de vazão, associadas ao instante de tempo de sua obtenção e às informações correspondentes de condutividade e temperatura, permitem SRF estimar o volume das bebidas produzidas em uma enchedora durante um período determinado de tempo.

5.1. Requisitos das funções medição de condutividade e de temperatura

O condutivímetro realiza as medições da condutividade elétrica e da temperatura do fluido no interior da tubulação associada de entrada da enchedora.

O erro máximo admissível para o resultado da medição de condutividade elétrica é de $\pm 2\% \pm 25\mu\text{S}/\text{cm}$ em relação ao valor da condutividade elétrica indicado pelo SMV padrão.

A faixa nominal mínima exigida pela SRF para o condutivímetro é de 0µS/cm a 2.000µS/cm e as medições devem ser fornecidas sem a correção da temperatura.

O erro máximo admissível para o resultado da medição de temperatura é de $\pm 1,5^\circ\text{C}$ em relação ao valor da temperatura obtido no momento da medição com um termómetro calibrado.

5.1.1. Requisitos de interface

A interação do condutivímetro com o fluido no interior da tubulação associada deve ser realizada sem contato elétrico.

5.1.2. Requisitos físicos

O condutivímetro deve ser capaz de operar com as temperaturas no interior da tubulação associada entre -5°C e

$+100^\circ\text{C}$ e até 140°C por um período máximo de uma hora com pressões $\geq 10\text{bar}$.

5.2 Requisitos da função medição de vazão

O medidor de vazão realiza a medição da vazão volumétrica do líquido que flui pela tubulação associada de entrada da enchedora.

O erro máximo admissível para o resultado da medição de vazão é de $\pm 1,5\%$ em relação ao valor da vazão obtido no momento da medição indicado pelo SMV padrão e o erro máximo de repetitividade na medição de vazão é de 0,1%, esses para líquidos sob as seguintes condições: **a)** velocidade mínima de 0,3m/s e **b)** condutividade elétrica $\geq 5\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.2.1. Requisitos de interface

A interação do sensor do medidor de vazão com o líquido que flui pela tubulação associada deve ser realizada sem o emprego de partes mecânicas móveis.

5.2.2. Requisitos físicos

O medidor de vazão deve ser capaz de operar com as temperaturas no interior da tubulação associada entre -5°C e $+140^\circ\text{C}$ e até 140°C por um período máximo de uma hora com pressões $\geq 10\text{bar}$.

6. REQUISITOS DE, SEGURANÇA, INSTALAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO

6.1. Segurança

A energia elétrica é reaplicada ao SMV, no caso de sua queda ou remoção; este voltando a operação normal, sem a intervenção humana.

6.2. Instalação

O medidor de vazão e o condutivímetro são instalados na entrada associada a tubulação da enchedora.

6.3. Documentação

O medidor de vazão e condutivímetro devem estar acompanhados de documentação (impresa ou digital) especificando os requisitos adicionais aplicáveis e, ainda, instrua sua instalação, operação e manutenção preventiva. Essa documentação deve, também, incluir um procedimento, passo a passo de suas configurações.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As complementaridades dos preceitos metodológicos utilizados para consubstanciar o desenvolvimento desse empreendimento, implantado pela SRF, são essenciais para fundamentar e validar a formulação e o amplo entendimento dos conceitos relacionados à metrologia legal. Com bases nesses fundamentos, a Dimel por intermédio da Dimet estará

¹³ O SMV não é reconfigurado a cada mudança de líquido ocorrida na tubulação à qual está associado.

desenvolvendo junto a RBMLQ o aperfeiçoamento técnico de seus profissionais, assim perpetuando uma das fases de sua missão que é a transferência desse conhecimento para a Rede.

As avaliações metrológicas são periódicas. Dentro desse contexto, tem-se a previsão de que, ainda neste de ano de 2005, vão ser iniciadas as avaliações metrológicas, em pelo menos outros 320 estabelecimentos industriais envasadores de bebidas, sendo essas refrigerantes.

Considerando a grande visibilidade que se atribui à metrologia legal, resultado, também, do fenômeno da globalização e da nova lógica de se organizar a produção, entendemos que proposições de soluções inovadoras dessa envergadura não apenas promovem a inserção da metrologia legal nas atividades industrializadas como, também, promove, no cenário internacional, a formalização de um processo de mudança estrutural na vanguarda do seu tempo. Um país em franco desenvolvimento industrial como o Brasil, cujo planejamento estratégico inclui dobrar as exportações em horizonte curto de tempo –para que se impõem surpreendentes desafios tecnológicos–, não pode prescindir de esforços pró-ativos para o fortalecimento da metrologia legal, já que essa se constitui em uma ferramenta de regulamentação técnica metrológica para aprovação de modelo de instrumentos de medição e verificação de produtos pré-medidos, dentre outras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Diretor de Metrologia Legal (Dr. Roberto Guimarães), do chefe da Divisão de Desenvolvimento de Regulamentação Metrológica (Físico Maurício Reche), e aos organizadores do 5º ENQUALAB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Ato Declaratório Executivo Cofis nº 7*, de 20 de maio de 2004, Secretaria da Receita Federal, 2004.
- [2] MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Ato Declaratório Executivo Cofis nº 20*, de 1º de outubro de 2003, Coordenação Geral de Fiscalização da Secretaria da Receita Federal, 2003.
- [3] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. NIE-Dimel – Procedimento de avaliação metrológica em Sistemas de Medição de Vazão, 2005.