



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO

Av. Nossa Senhora das Graças, 50, - Bairro Xerém, Duque de Caxias, RJ, CEP 25250-020

Telefone: (21) 2145-3499

Nota Técnica nº 90/2025/Sefiq/Dgtec/Dimel-Inmetro

INMETRO/SEI/NÚMERO DO PROTOCOLO

0052600.004084/2025-51

Assunto: Complemento à Nota Técnica nº 56/2025/Sefiq/Dgtec/Dimel-Inmetro.

1. INTRODUÇÃO

Em 12/06/2025, foi publicada a Nota Técnica nº 56/2025/Sefiq/Dgtec/Dimel-Inmetro¹ apresentando algumas considerações sobre o Controle Metrológico de Medidores de Umidade de Grãos (MUG), visando colaborar com o processo de revisão do respectivo Regulamento Técnico Metrológico (RTM)². Em complemento a ela, o presente documento apresenta novas considerações.

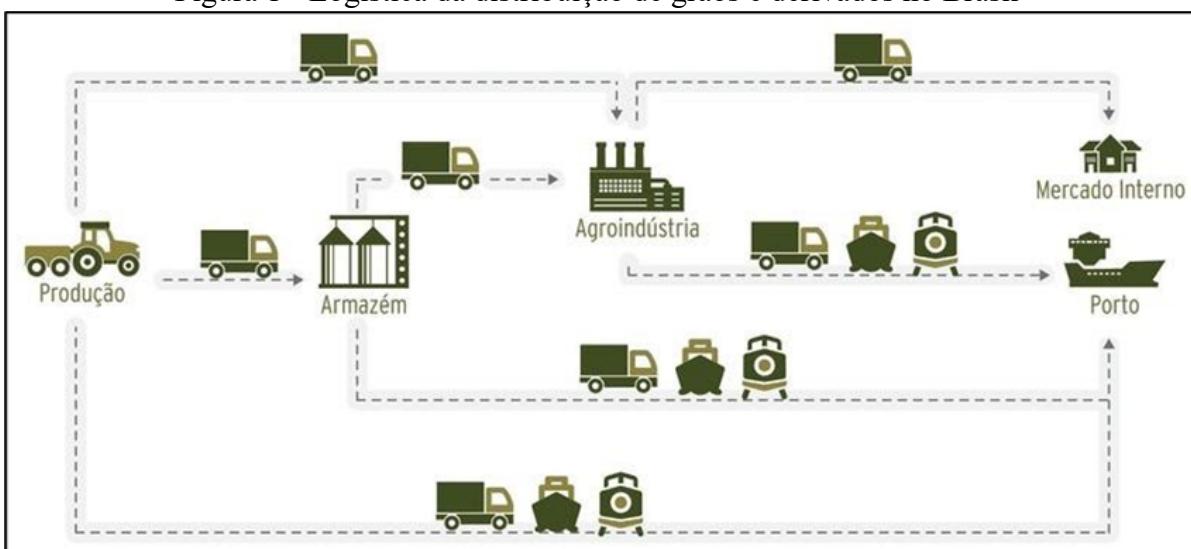
2. MÉTODO

As considerações foram elaboradas a partir da análise da situação típica de utilização dos instrumentos, acrescida da revisão da literatura sobre o assunto.

3. RESULTADOS

Tipicamente, a utilização dos MUGs pode ser compreendida a partir do esquema da cadeia produtiva de grãos no Brasil apresentado na figura 1, no qual são identificados os principais atores envolvidos.

Figura 1 - Logística da distribuição de grãos e derivados no Brasil⁷



Inicialmente, a cadeia apresenta o ator "Produção" para representar as fazendas que realizam o plantio e colheita dos grãos. Nesse ponto, a umidade dos grãos é medida, geralmente, com o objetivo de determinar o momento mais apropriado para colheita e também para o controle de qualidade antes do transporte.

Depois, tem-se o ator "Armazém" que representa as cooperativas, empresas de *trading* ou outras unidades armazenadoras, como a Companhia de Entrepótos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) ou a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Uma vez que o objetivo desses atores é acumular grandes volumes de grãos para negociação com indústria ou exportação, a medição de umidade é necessária para o monitoramento da qualidade durante o período de armazenamento e para o recebimento de grãos sendo que, neste caso, o valor medido influencia diretamente a transação comercial com a Produção³.

E, por fim, o ator "Indústria/Porto" recebe os grãos para transformação em produtos (Indústria) ou exportação direta (Portos) e realizam a medição de umidade no recebimento dos grãos de forma que o preço negociado também sofre influência do valor medido.

Com base nisso, são apresentadas a seguir considerações sobre dois aspectos: o escopo do RTM e os requisitos de *software*.

3.1 Escopo do RTM

Atualmente, o Controle Metrológico Legal é aplicável aos MUGs que realizem medições com leitura direta em amostras estáticas de grãos de feijão, arroz, café, milho ou soja e estejam envolvidos em transações comerciais². Embora o contexto apresentado ilustre a influência da umidade dos grãos nos preços negociados, a constatação de que um determinado medidor está envolvido em transação comercial pode configurar uma zona cinzenta devido à possibilidade das empresas também possuírem instrumentos não regulamentados. Isso torna-se especialmente difícil nas ações de Verificação Subsequente ou Vigilância de Campo em que a decisão quanto à realização da ação precisa ser tomada no momento da visita à empresa fiscalizada.

Além disso, a limitação da aplicabilidade a transações comerciais pode não proporcionar a efetividade mais adequada, por dois motivos. O primeiro é que as empresas que manipulam, fabricam, preparam, processam, beneficiam, industrializam ou realizam o controle de qualidade ou supervisão de embarque de grãos devem realizar a atividade de classificação destes ou contratar um prestador de serviço que a faça¹⁹. Ela consiste na determinação das qualidades intrínsecas e extrínsecas do grão com base no padrão oficial de classificação (POC) definido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), sendo que um dos requisitos é a determinação da umidade via estufa ou medidor para comprovação de que seu valor está abaixo do permitido¹⁶⁻¹⁸. No Cadastro Geral de Classificação do MAPA (CGC/MAPA)²⁰, as empresas credenciadas e ativas para classificação de pelo menos um tipo de grão compreendem um conjunto de 245 instituições, distribuídas por estado conforme a figura 2. Por sua vez, a figura 3 apresenta os 10 grãos com maior quantidade de empresas, a figura 4 apresenta a distribuição dos tipos de grãos dentro de cada estado e a tabela 1 apresenta o POC de cada grão e respectivo limite especificado para umidade.

Figura 2 - Distribuição de empresas credenciadas por estado

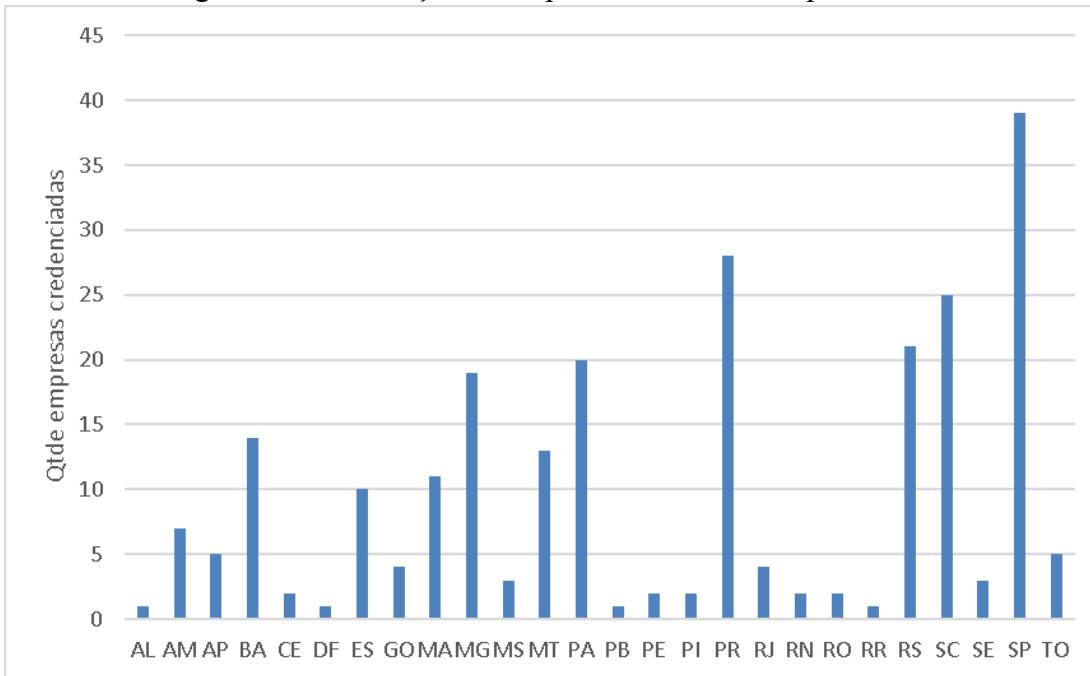


Figura 3 - Porcentagem de empresas por grão

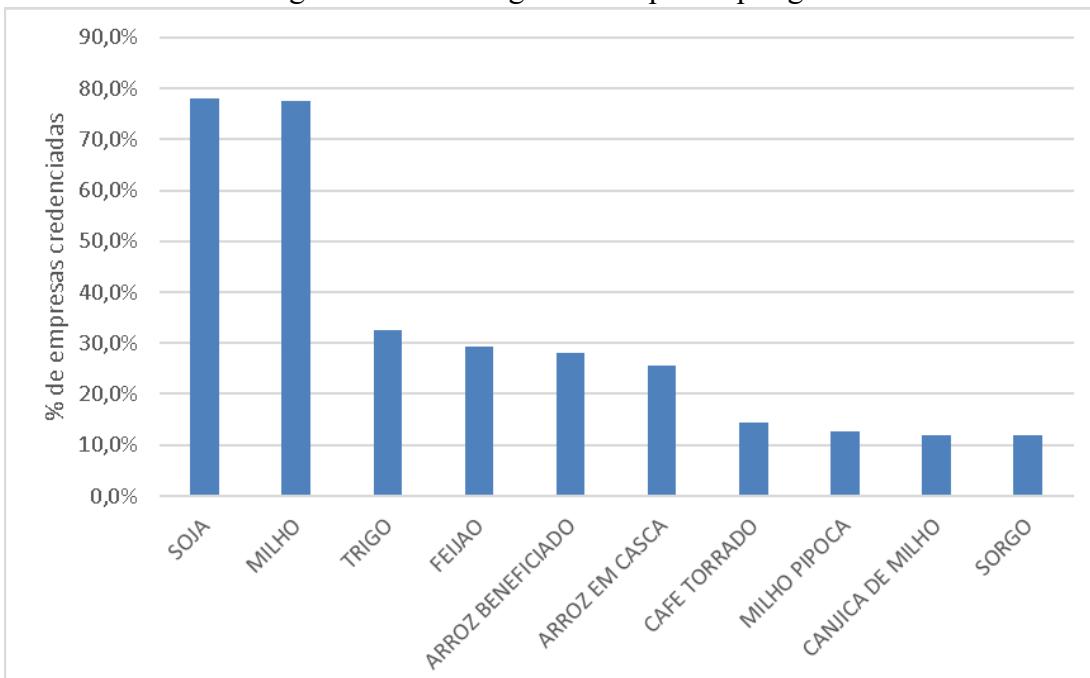
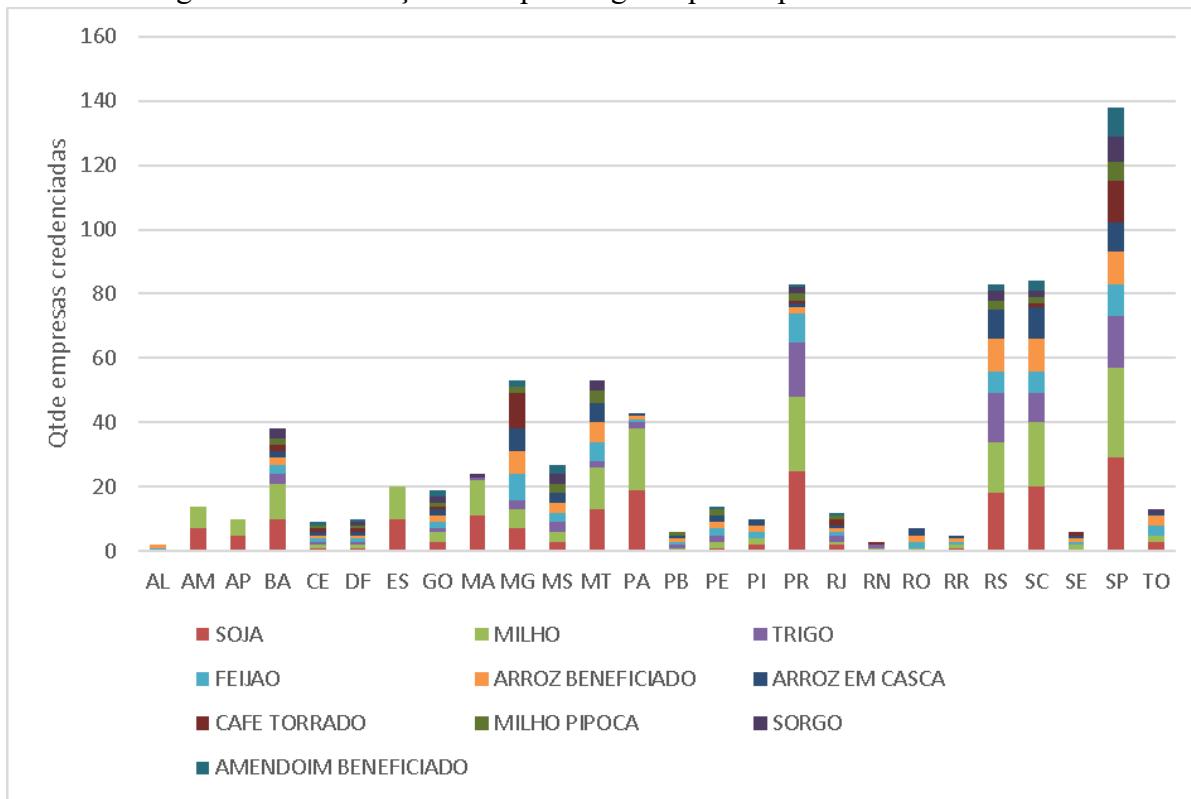


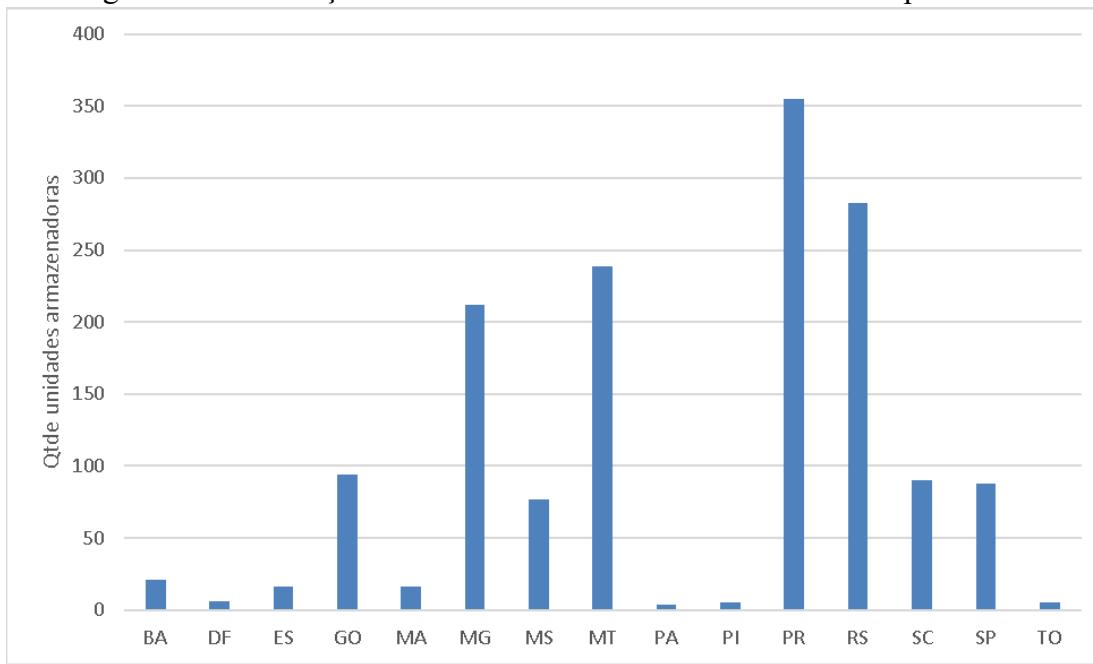
Figura 4 - Distribuição dos tipos de grãos por empresas em cada estado

Tabela 1 - Informações de POC e Umidade por grão⁹

Grão	POC	Umidade máxima
Soja	IN MAPA nº 11/2007	14%
Milho	IN MAPA nº 60/2011	14%
Trigo	IN MAPA nº 38/2010	13%
Feijão	IN MAPA nº 12/2008	14%
Arroz beneficiado	IN MAPA nº 06/2009	14%
Arroz em casca	IN MAPA nº 06/2009	13%
Café torrado	Port. SDA Nº 570/2022	5%
Milho pipoca	IN MAPA nº 61/2011	13,5%
Sorgo	Port. MA Nº 268/1984	13%
Amendoim beneficiado	IN MAPA nº 32/2016	8%

O segundo motivo é que, no caso de armazenamento remunerado de grãos, as pessoas jurídicas devem obter junto ao MAPA a certificação da unidade armazenadora, que compreende o atendimento a requisitos técnicos, entre os quais está a determinação da umidade por método indireto⁸. Atualmente, as informações disponíveis no Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras (SICARM)²¹ indicam que há 1511 armazéns certificados e distribuídos por estado como mostrado na figura 5.

Figura 5 - Distribuição das unidades armazenadoras certificadas por estado



Diante disto, propõe-se a substituição do texto que consta no artigo 1º, parágrafo único, item I da Portaria Inmetro 47/2022 por:

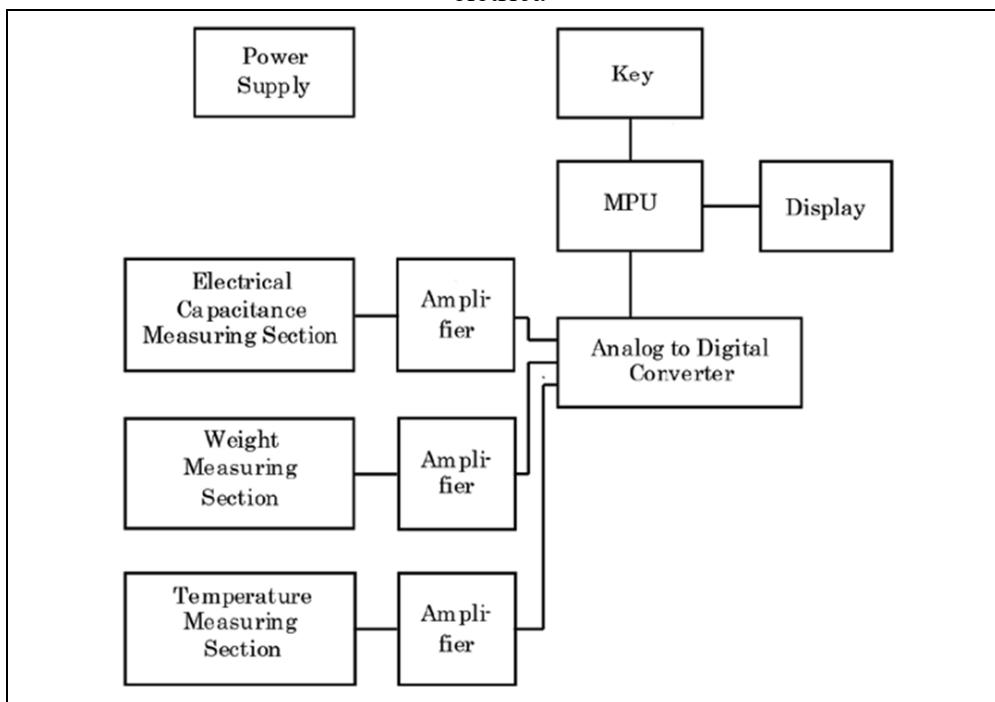
I - aos medidores de umidade de grãos utilizados pelas pessoas jurídicas credenciadas junto ao MAPA para prestar ou executar serviços de classificação de grãos, ou pelas unidades armazenadoras certificadas junto ao MAPA;

Como benefícios, essa modificação proporciona maior alinhamento entre as regulações realizadas por diferentes órgãos (Inmetro e MAPA) e facilita a determinação da aplicabilidade do Controle Metrológico Legal, já que todos os MUGs da empresa (mesmo aqueles que não estejam diretamente associados a uma transação comercial) serão abrangidos. Além disso, o CGC/MAPA e o SICARM são sistemas abertos que podem ser utilizados para o planejamento das ações de Verificação Subsequente e Supervisão Metrológica.

3.2 Requisitos de software

Dentro do contexto de utilização apresentado, os MUGs eletrônicos têm sido amplamente utilizados devido à rapidez com que realizam a medição utilizando, em sua maioria, o princípio de resistência elétrica, capacidade elétrica ou infravermelho próximo⁴. Para isso, esses medidores possuem um diagrama exemplificado na figura 6, no qual a unidade de processamento (MPU) contém o software que, geralmente, participa das etapas de: pré-processamento do sinal elétrico gerado pelo transdutor devido à umidade da amostra de grão ou por outra grandeza de interesse (por exemplo, temperatura ambiente); aplicação de modelo matemático para converter esse sinal em valor de umidade (curva de calibração), e; exibição, impressão ou transmissão do resultado.

Figura 6 - Exemplo de diagrama em blocos de um MUG de capacidade elétrica⁴



Isso significa que a confiabilidade metrológica de um medidor pode estar atrelada também à segurança do *software* contra ações maliciosas ou acidentais. Contudo, é importante que o controle metrológico apresente requisitos relativos ao *software* baseados em uma avaliação de risco sobre o instrumento^{5,6}.

Observando o cenário apresentado, constata-se que as medições de umidade de grãos comercialmente mais críticas são aquelas que ocorrem nas dependências dos atores Armazém e Indústria/Portos, visto que seu valor é utilizado diretamente para determinação do preço da carga. De forma geral, essas medições são realizadas com MUGs pertencentes a esses atores e não são acompanhadas pela outra parte envolvida na negociação (Produção). Além disso, esses atores têm maior poder de negociação que os demais, visto que são centralizadores do fluxo de grãos.

Esse cenário se apresenta como um risco à confiabilidade das medições de umidade, visto que esses atores poderiam ser favorecidos pela manipulação do *software* dos MUGs. Nesse caso, o objetivo seria aumentar o valor da umidade dos grãos indicada pelo instrumento, pois isso geraria um aumento no valor do desconto aplicado ao pagamento feito à Produção pela carga⁸ e, como consequência, aumentaria os seus ganhos. Para tanto, a manipulação precisaria ou alterar o valor lido pelos sensores do MUG, ou os parâmetros da curva de calibração ou o resultado a ser colocado no dispositivo mostrador, impressão e transmissão. Isso pode ser feito por meio do envio de comandos ocultos (comandos não relatados na documentação oficial) à unidade de processamento dentro do instrumento, que podem existir caso previstos no projeto original do *software* (má-fé do detentor em conjunto com má-fé do fabricante), ou por substituição da MPU original por uma unidade com *software* alterado (má-fé do detentor em conjunto com má-fé da oficina permissionária).

Contudo, é possível supor que esse risco seja baixo devido aos seguintes indícios:

- Baixo interesse na adulteração do software → considerando o fato de que a Produção apenas recebe o resultado da medição, a adulteração deste pode ser realizada de forma menos trabalhosa, menos detectável e externa ao controle metrológico legal como, por exemplo, amostragem inadequada da carga, adulteração da amostra ou mudança do valor da umidade registrado no relatório de análise da amostra de grãos. Contudo, o risco residual ainda justifica medidas de rastreabilidade;
- Detecção moderada → a medição de umidade de grãos com MUGs eletrônicos não destrói a amostra (medição

replicável) e, portanto, em caso de desconfiança, uma replicata pode ser realizada na Produção, em empresas classificadoras¹⁰⁻¹⁴ ou órgãos da RBMLQ-I;

- Reparação do dano → considerando que cada transação comercial gera registro dos dados do comprador, do vendedor e da carga, é possível realizar o resarcimento de valores caso haja comprovação da fraude.

Dessa forma pode-se considerar que, na prática, a segurança do *software* não causa forte impacto na confiabilidade metrológica dos MUGs. Contudo, observando os requisitos do RTM, constata-se que o Anexo B apresenta um conjunto de requisitos sobre software e hardware que, embora tecnicamente sólido e alinhado com as práticas internacionais^{5,6}, parece não estar totalmente adequado ao conceito de razoabilidade que o impacto de um regulamento deve apresentar¹⁵, especialmente em virtude da necessidade de analisar o código-fonte do *software* e controlar a atualização periódica das curvas de calibração².

Diante disto, propõe-se o texto contido no Anexo A como substitutivo ao atual Anexo B do Regulamento Técnico de Metrológico de medidores de umidade de grãos. Inspirado no conceito de "caixa-preta" utilizado em aeronaves e veículos automotivos, o texto exige apenas que cada MUG incorpore um sistema de *log* inviolável e contínuo, capaz de registrar automaticamente todos os eventos metrologicamente relevantes (incluindo atualização das curvas de calibração), garantindo assim a rastreabilidade de informações que auxiliem na Supervisão Metrológica.

4. CONCLUSÃO

Esse documento apresentou considerações referentes ao Controle Metrológico de MUGs com foco no escopo do RTM e na segurança de *software* e, a partir destas, apresentou propostas de modificação do Regulamento, visando facilitar as ações em campo, reduzir o custo regulatório e aumentar a disponibilidade do corpo técnico da Dimel para outras atividades, sem prescindir da rastreabilidade, segurança e auditabilidade necessárias para a execução adequada do Controle Metrológico Legal.

ANEXO A - Proposta de texto para substituição do Anexo B do Regulamento Técnico Metrológico de MUGs

O texto apresentado a seguir é o conjunto de requisitos relacionados ao software dos medidores de umidade de grãos, sugerido para substituir integralmente o anexo B da Portaria Inmetro nº 47/2022.

1 Escopo

Aplica-se a todos os medidores de umidade de grãos que utilizem software que, de alguma forma, possa interferir no processo de captura, processamento e publicação do resultado da medição ao usuário.

2 Requisitos de rastreabilidade

2.1 O instrumento deve dispor ao operador apenas uma opção de curva para cada tipo de grão mencionada na Portaria de Aprovação de Modelo;

2.2 A alteração de curvas de calibração ou de parâmetros técnicos do instrumento deve ser realizada apenas por usuários autorizados por meio de pelo menos um dos seguintes mecanismos:

I - Senha ou autenticação digital;

II - Chave física ou dispositivo externo dedicado;

III - Software protegido por criptografia ou assinatura.

2.3 Para cada atualização de curva de calibração, o instrumento deve registrar internamente, no mínimo:

I - Identificador único da curva de calibração utilizada;

II - Valor de cada parâmetro da curva;

III - Faixa de umidade abrangida pela curva;

IV - Tipo de grão;

V - Data e hora da atualização;

VI - Identificação do responsável pela atualização.

2.4 Cada medição de umidade realizada pelo instrumento deve ser registrada internamente e de forma inviolável contendo, no mínimo:

I - Valor da umidade medida;

II - Identificador da curva de calibração aplicada;

III - Identificador de versão do firmware;

IV - Instante de tempo de quando a medição foi realizada (carimbo temporal).

2.5 O instrumento deve registrar internamente todas as falhas, tentativas de acesso não autorizado e comandos negados que foram enviados pelas teclas acessíveis ao usuário ou por qualquer porta de comunicação.

2.6 Todos os registros internos devem ser protegidos contra edição, substituição ou exclusão, utilizando pelo menos: assinatura digital por bloco de eventos; ou armazenamento em memória com proteção física ou memória do tipo *write-once*.

2.7 Todos os registros devem ser exportáveis por meio seguro para fins de auditoria externa.

2.8 Todos os registros devem ser mantidos por, no mínimo, 05 anos de operação ou 10 mil eventos, o que ocorrer primeiro.

2.9 O resultado de medição exibido no dispositivo mostrador, impresso ou transmitido para outro sistema, deve ser composto de, no mínimo:

I - Valor da umidade medida;

II - Tipo de grão medido;

III - Identificador da curva de calibração aplicada;

IV - Identificador único da medição;

V - Identificador único do instrumento que gerou a medição;

VI - Identificador de versão do firmware;

VII - Instante de tempo de quando a medição foi realizada (carimbo temporal).

3 Ensaios funcionais

3.1 Ensaio de proteção ao acesso indevido

- 3.1.1 Acessar o menu ou interface de calibração sem autenticação;
- 3.1.2 Inserir curva utilizando método não autorizado;
- 3.1.3 Confirmar que o acesso foi negado em todos os casos não autorizados e que o instrumento fez um registro interno das tentativas.

3.2 Ensaio de integridade do log

- 3.2.1 Realizar medições antes e depois de inserir nova curva de calibração;
- 3.2.2 Confirmar que todas as alterações foram registradas internamente com todas as informações obrigatórias;
- 3.2.3 Confirmar que não é possível apagar ou editar o registro interno.
- 3.2.4 Tentar exportar o log por método não autorizado e confirmar que o acesso é negado e o evento é registrado.

3.3 Ensaio de vínculo entre medição e curva

- 3.3.1 Realizar medições com duas curvas distintas previamente inseridas;
- 3.3.2 Comparar os resultados e registro interno de medições.
- 3.3.3 Confirmar que cada medição foi vinculada à curva correta no registro interno.

REFERÊNCIAS

1. Inmetro. Nota Técnica nº 56/2025/Sefiq/Dgtec/Dimel-Inmetro - Considerações sobre o Controle Metrológico Legal de MUGs. 2025
2. Inmetro. Portaria nº 47, de 7 de fevereiro de 2022 - Aprova a regulamentação técnica metrológica consolidada para medidores de umidade de grão
3. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. NP-OP-008 - Recebimento de mercadorias na rede armazenadora. 1999
4. Asia-Pacific Legal Metrology Forum. APLMF Guide Document on Rice Moisture Measurement. 2017
5. International Organization of Legal Metrology. D31 - General requirements for software controlled measuring instruments. 2023
6. European Cooperation in Legal Metrology (WELMEC). Guide 7.2 - Software Guide (EU Measuring Instruments Directive 2014/32/EU). 2025
7. RIBEIRO, C. A logística dos grãos: os corredores de escoamento da produção no Brasil. Disponível em <https://blog.sensix.ag/a-logistica-dos-graos-os-corredores-de-escoamento-da-producao-no-brasil/>. Acessado em 30/07/2025
8. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução normativa nº 29/2011 - Lei do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras. 2011
9. Ministério da Agricultura e Pecuária. Relação dos padrões oficiais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a classificação. 2023
10. Enclavat. Certificação de qualidade de grãos. Disponível em <https://www.enclavat.com.br/certificacao-de-qualidade-de-graos>. Acessado em 05/08/2025
11. Bureau Veritas. Classificação de grãos na origem. Disponível em <https://www.bureauveritas.com.br/pt-br/servicos/classificacao-de-graos-na-origem>. Acessado em 05/08/2025
12. Nova Agri. Serviços. Disponível em <https://www.novaagri.com.br/servicos>. Acessado em 05/08/2025

13. Genesis Certificações. Nossas soluções. Disponível em <https://www.genesiscertificacoes.com.br/#NOSSASSOLUCOES>. Acessado em 05/08/2025
14. Intertek. Grãos e cereais. Disponível em <https://www.intertek-br.com/agricultura/graos-cereais/>. Acessado em 05/08/2025
15. Inmetro. NIT-DIART-005 - Análise de impacto regulatório em metrologia legal. Revisão 02, 2023
16. Brasil. Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000 - Institui a classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências.
17. Ministério da Agricultura e Pecuária. Orientação técnica CGQV/DIPOV Nº 001/2012.
18. Ministério da Agricultura e Pecuária. Relação dos padrões oficiais estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a classificação. 01/02/2023
19. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução normativa nº 54, de 24 de novembro.
20. Ministério da Agricultura e Pecuária. Qualidade vegetal - mashup. Disponível em https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Qualidade_Vegetal/Qualidade_Vegetal.html. Acessado em 11/08/2025
21. Companhia Nacional de Abastecimento. SICARM - Sistema de Cadastro Nacional de Unidades Armazenadoras. Disponível em <https://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaArmazem.do?method=acaoCarregarConsulta>. Acessado em 15/08/2025

Duque de Caxias, 22 de agosto de 2025.



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO
ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM
22/08/2025, ÀS 08:49, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

RAFAEL FELDMANN FARIAS

Técnico Executor

A autenticidade deste documento pode ser conferida no
site https://sei.inmetro.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0,
informando o código verificador **2176003** e o código CRC
63257055.



Referência: Este Modelo integra os documentos da qualidade do Gabin/Presi e está referenciado à NIG-Gabin-030
- Rev. 012, publicada no Sidoq em Jun/2019.

sgqi@inmetro.gov.br