

ATIVIDADES LABORATORIAIS DE CALIBRAÇÃO DE MANÔMETROS: BOAS PRÁTICAS DA BACS NO MONITORAMENTO DE DESEMPENHO DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017

Manoel Paulo da Silva Lima¹

1. INTRODUÇÃO

Organizações que almejam consolidação no mercado adotam sistemas de gestão para ter o controle e a garantia da conformidade sobre seus equipamentos de monitoramento e medição. Em outras palavras: evidências da conformidade do produto com os requisitos determinados (NBR ISO 9001:2015, seção 7.6). A metrologia, ciência que tem como finalidade prover confiabilidade e qualidade às medidas, está presente na maioria das tomadas de decisão. Os resultados da calibração são parâmetros para decisão sobre a conformidade ou não de um equipamento e de sua utilização, e servem para garantir a qualidade de um determinado produto.

Para laboratórios de calibração, os requisitos gerais são estabelecidos na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 (ABNT, 2017), adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO/IEC 17025:2017, elaborada pelo *Technical Committee on conformity assessment* (ISO/CASCO), documento desenvolvido com o objetivo de promover a confiança na operação de laboratórios, de modo a permitir que eles demonstrem que operam de maneira competente e que são capazes de gerar resultados válidos.

Para atendimento ao requisito de garantia da validade de resultados, previsto na 17025 (ABNT, 2017), um laboratório de calibração precisa monitorar com periodicidade a validade dos seus resultados de calibração. Uma

das ferramentas mais eficazes é a comparação interlaboratorial, que se trata de um programa de ensaio de proficiência (PEP) amplamente utilizado para calibrações, constituindo-se por uma organização, realização e avaliação de medições nos mesmos ou em itens similares por dois ou mais laboratórios, de acordo com condições predeterminadas (ABNT, 2011), sendo classificada como essencial para “monitorar regularmente o desempenho de um laboratório” (EURACHEM, 2012 *apud* SILVA, 2013), além de proporcionar a identificação de problemas em métodos utilizados, efetividade de treinamentos ao pessoal e validação da incerteza declarada.

Cabe esclarecer que um programa de comparação interlaboratorial serve para avaliar e comparar os resultados dos laboratórios para uma mesma calibração, determinando o desempenho dos laboratórios participantes, comparando-os de forma coletiva, além de avaliar seu desempenho individual. Avalia também as condições da calibração e fornece subsídios para os laboratórios buscarem melhorias contínuas em seu sistema de gestão e nos serviços contidos no programa, abrindo possíveis discussões entre os laboratórios participantes, ou em comissões técnicas para corrigir falhas comuns e nas técnicas adotadas para os serviços realizados pelos laboratórios. A versão atual da norma 17025 (ABNT, 2017), reforça o sentido de que as comparações interlaboratoriais são pilares para garantia da qualidade da medição e fornecem confiança aos clientes dos laboratórios, bem como aos órgãos acreditadores.

No Comando da Força de Submarinos, o Laboratório de Metrologia (Figura 1) da Base Almirante Castro e Silva (BACS) é o responsável pelas calibrações de

¹ Engenheiro de Tecnologia Militar, Me. em Montagem Industrial pela Universidade Federal Fluminense. Certificação Profissional Metrologista N2 (SNQC nº 34442). Encarregado da Divisão de Metrologia, Eletricidade e Refrigeração da Base Almirante Castro e Silva (BACS), Niterói/RJ, Brasil. E-mail: manoel.paulo@marinha.mil.br.

instrumentos de medição de pressão das atividades de operações submarinas, socorro e salvamento, de equipamentos de mergulho, de sistemas dos meios navais e de outros processos industriais a fim de prover a confiabilidade e rastreabilidade requeridas para operação em conformidade à garantia da saúde, à segurança no trabalho do pessoal, à monitoração ambiental e à preservação dos materiais.

Nesse sentido, este artigo tem por objetivo apresentar os resultados obtidos pelo Laboratório de Metrologia da BACS em participações de comparações interlaboratoriais, na busca contínua de implementar as boas práticas



Figura 1: Laboratório de Metrologia da BACS.

da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 como meio de proporcionar resultados confiáveis na calibração de manômetros dos meios da MB.

2. METODOLOGIA

A comparação interlaboratorial segue as diretrizes para ensaios de proficiência e orientações para tratamento de resultados da NBR ISO/IEC 17043 (ABNT, 2011), consistindo, em resumo, na seleção do manômetro (artefato) para a comparação, preparação e seleção de pontos de medição, transporte ao laboratório referência para calibração inicial, seguido das calibrações pelos laboratórios participantes, finalizando o programa com a compilação dos resultados das medições, comparações e análises dos dados. As Figuras 2 e 3 ilustram o fluxograma e o processo do programa de comparação interlaboratorial.

Para a participação nos programas de comparação interlaboratorial, a BACS possui um procedimento operacional (interno) de monitoramento e garantia da validade dos resultados, orientado pela 17025 (ABNT, 2017, item j, alínea 7.7), que consiste, dentre outras atividades, na contratação de provedores externos em ciclos de cerca de dois anos. O método de calibração é a comparação direta ao Padrão, utilizando bomba comparativa de pressão, com dois ciclos completos de carregamento e descarregamento, conforme

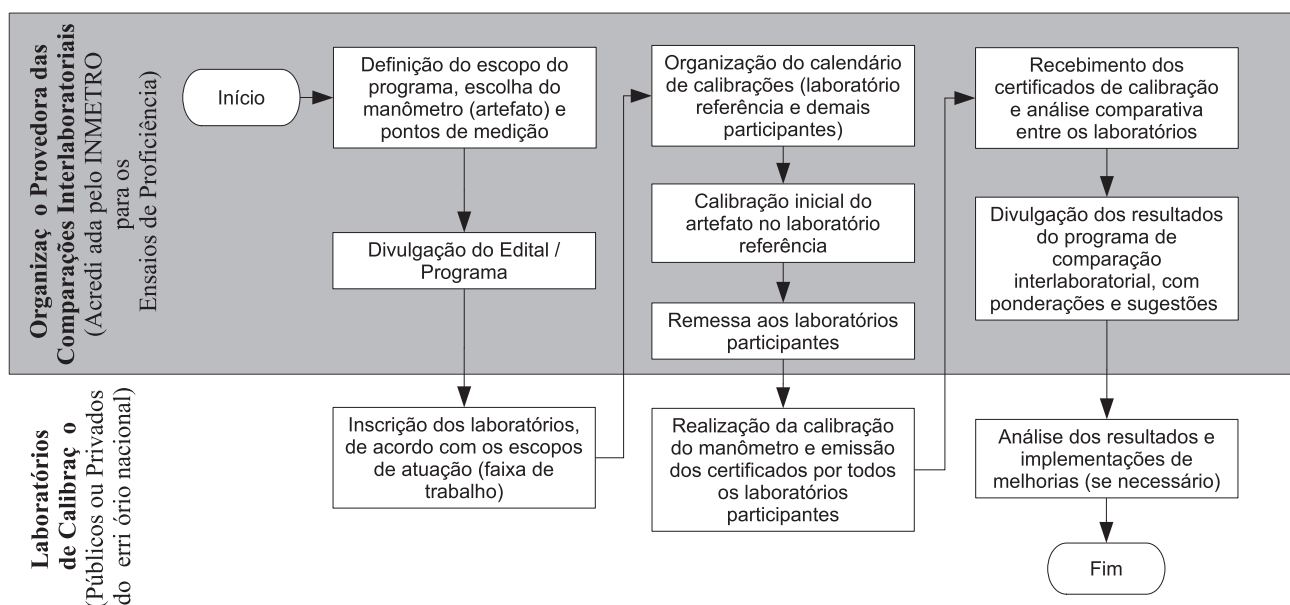


Figura 2: Ilustração do fluxograma do programa de comparação interlaboratorial.

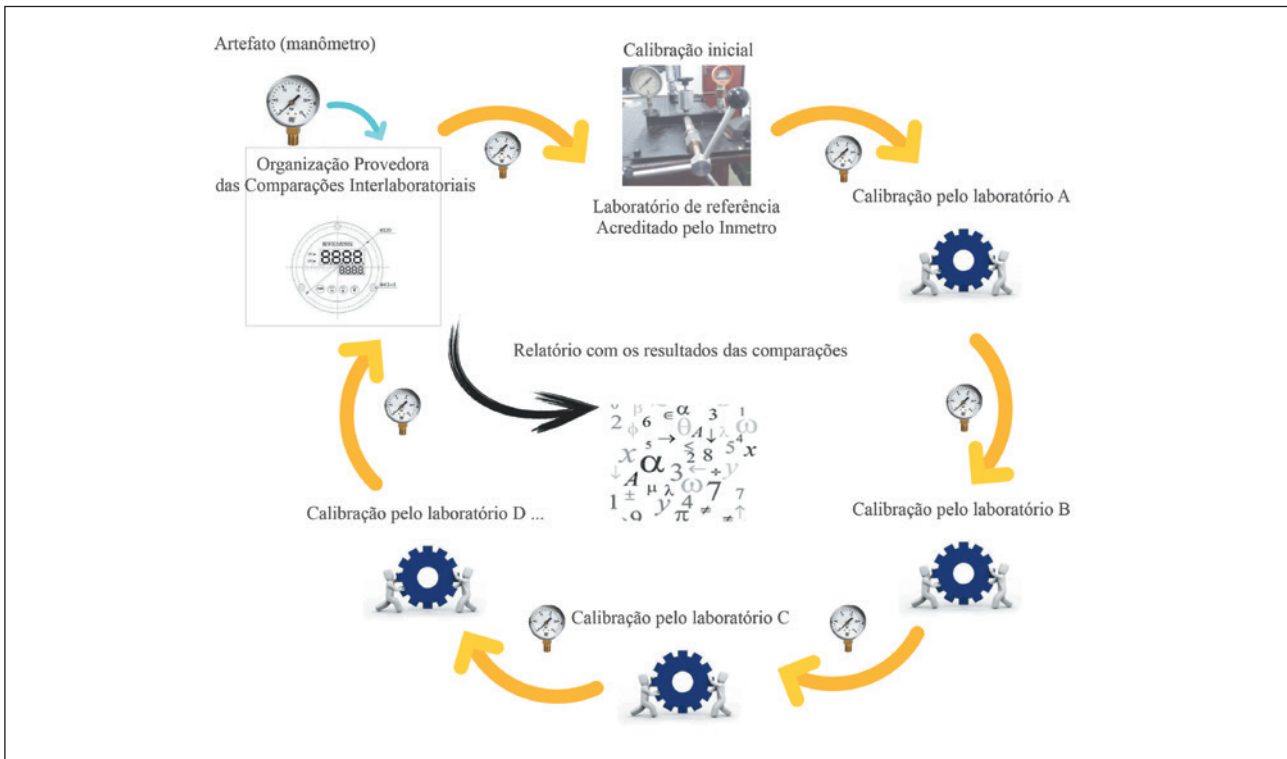


Figura 3: Ilustração do programa de comparação interlaboratorial.

instruções internas de calibração do Laboratório de Metrologia. As participações em Interlaboratoriais pela BACS começaram em 2015, sendo esta a janela temporal de avaliação deste estudo. Por sua vez, os provedores avaliam e comparam os resultados dos laboratórios para a mesma calibração, segundo as práticas e técnicas estatísticas do erro normalizado En (OLIVEIRA et al., 2011), equação ilustrada abaixo. Tal método é vastamente utilizado em avaliações de compatibilidade de resultados de medição (GUIMARÃES et al., 2009), sendo utilizado em todos os programas em que a BACS participou até o momento.

$$En = \frac{|X_{part} - X_{ref}|}{\sqrt{U_{part}^2 + U_{ref}^2}}$$

Onde:

- En = Erro normalizado;
- X_{part} : resultado do erro médio do ponto de medição, obtido pelo laboratório participante;
- X_{ref} : resultado do erro médio do ponto de medição, obtido pelo laboratório de referência;
- U_{part} : incerteza expandida no ponto de medição, obtido pelo laboratório participante;
- U_{ref} : incerteza expandida no ponto de medição, obtido pelo laboratório de referência.

O desempenho é avaliado de acordo com os critérios: $En \leq 1,0$ indica resultado satisfatório e $En > 1,0$ indica resultado insatisfatório, para cada ponto de medição.

Cabe salientar que durante a realização do programa, o artefato pode ser submetido a estudos de estabilidade, com a realização de calibrações adicionais antes do início, durante a rodada e uma ao término do programa, aplicando-se o método de Carta de Controle, associado à análise metrológica dos resultados apresentados nos certificados de calibração, de forma a avaliar a integridade do instrumento durante o ciclo.

3. RESULTADOS

Em 2015, o Laboratório de Metrologia da BACS iniciou um diagnóstico para consolidação de ações, treinamentos de pessoal, orientação para a elaboração de procedimentos, realização de auditoria e outras orientações visando à adequação à norma da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 (vigente à época), especificamente na grandeza “pressão” (manômetros). Dentre as ações propostas, estava a participação em programa de ensaio de proficiência. A Tabela 1, na sequência, apresenta o histórico de participações, os artefatos recebidos e resultados obtidos.

Tabela 1 – Histórico de participações em comparação interlaboratorial e resultados

Ano	Provedor	Artefato	Pontos de medição	Resultados*
2015/ 2016	Provedor QLMPRÓ QLM Inovações Tecnológicas Ltda. R. Prof Gustavo Pires de Andrade, 130, São Paulo/SP Acreditação nº PEP 0016	<ul style="list-style-type: none"> Manômetro analógico padrão classe A2 (0,5%), 0 a 500 kgf/cm² – Absi 	10	100%
2017	Provedor Exactus – Metrologia e Qualidade Av. Protásio Alves, 4629, Sala 504, Porto Alegre/RS	<ul style="list-style-type: none"> Manômetro Analógico, A3 – 0 a 7 kgf/cm²; Manômetro Digital, 4A – 0 a 100 kgf/cm²; Transmissor de Pressão – 0 a 10 kgf/cm²; Vacuômetro analógico – -760 mmHg a 0 mmHg 	30	70%
2018	Comparação bilaboratorial CTJ Tecnologia & Confiabilidade Rod. Washington Luiz, 14.373, Km 108, Duque de Caxias/RJ	<ul style="list-style-type: none"> Manômetro analógico A2 – 0 a 1000 psi, Ashcroft 	10	100%
2019/ 2021	Provedor Setting Proficiency Rei Alberto da Bélgica, 187, São Paulo/SP Acreditação nº PEP 0004	<ul style="list-style-type: none"> Manômetro analógico, Classe A1 – 0 a 1000 bar, ABSI 	5	100%
2024/ 2025	Provedor QLMPRÓ QLM Inovações Tecnológicas Ltda. R. Prof. Gustavo Pires de Andrade, 130, São Paulo/SP Acreditação nº PEP 0016	<ul style="list-style-type: none"> Manômetro digital – 0 a 1400 kgf/cm², marca Ashcroft Willy 	Previsão: resultados em DEZ 2024	

* Desempenho satisfatório médio percentual, relativo aos pontos de medição do artefato/PEP [$En \leq 1,0$, para cada ponto de medição], com base no escopo vigente do laboratório.

Durante as calibrações, as leituras nominais foram fixadas no artefato, com a leitura correspondente no instrumento padrão do laboratório. A temperatura e umidade ambiente foram mantidas no intervalo de 18 °C a 22 °C e 30% a 70% UR, respectivamente, e não foram realizados ajustes nos artefatos dos programas. As incertezas de medição foram estimadas para uma probabilidade de abrangência de 95,45% (INMETRO, 2020).

Pelos critérios de análise do desempenho, o laboratório da BACS obteve os seguintes resultados das participações descritas na Tabela 1:

- 2015/2016: Resultados satisfatórios em todos nos pontos medição pelo critério do erro normalizado, validando o banco de dados Controle, desenvolvido pelo laboratório, para emissão automatizada dos certificados de calibração com estimativa das incertezas de medição, de acordo com a NIT-DICLA-021 (INMETRO, 2020).
- 2017: Programa diferenciado com quatro artefatos (manômetro analógico, digital, transmissor de pressão e vacuômetro analógico) e resultados relevantes e satisfatórios nos pontos de medição do escopo do laboratório, segundo o critério do erro normalizado, com exceção de alguns pontos do quadrante de fundo de escala (75% a 100% da faixa de trabalho de um dos padrões utilizados). Esses resultados motivaram um estudo para identificar a não conformidade do padrão, que apresentava leituras com erros/incertezas acima das tolerâncias admitidas pela sua classe de exatidão (ABNT, 2013). Tal constatação resultou em análise mais apurada quanto à viabilidade de utilização do referido padrão, assim como nova calibração de rotina com laboratório acreditado pelo INMETRO para certificação de uso.
- 2018: Programa de comparação bilaboratorial, realizado entre a BACS e o laboratório referência CTJ Tecnologia & Confiabilidade, com resultados satisfatórios em todos nos pontos medição pelo critério do erro normalizado. Referido programa resultou em publicação de artigo técnico em revista especializada (LIMA & SOUSA, 2019).
- 2019/2020: Resultados satisfatórios em todos nos pontos medição pelo critério do erro normalizado, validando o software ISOPLAN-5, de automatização e gestão das calibrações do laboratório.

CONCLUSÕES

As práticas do Laboratório de Metrologia da BACS no monitoramento de desempenho das atividades de calibração de manômetros demonstram a busca contínua em cumprir os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 (ABNT, 2017). Ao avaliar e comparar os resultados para uma mesma calibração, obtém-se o desempenho do laboratório com base num referencial, proporcionando, assim, a avaliação das condições da calibração e a efetividade dos treinamentos, e provendo confiança aos clientes e organismos acreditadores (ILAC, 2008).

Ao fim de cada interlaboratorial, o laboratório obteve subsídios para buscar melhorias contínuas em seu sistema de gestão e nos serviços prestados. A iniciativa da BACS está alinhada com as diretrizes estratégicas para a metrologia brasileira (CONMETRO, 2017), que visa a incentivar a implementação de novos sistemas metrológicos e à expansão dos existentes nas organizações públicas, atendendo aos requisitos expressos na NIT-DICLA-026 (INMETRO, 2021), demonstrando maturidade metrológica e confiabilidade em suas atividades de calibração.

REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR 14105-1:2013. Medidores de pressão – Parte 1: Medidores analógicos de pressão com sensor de elemento elástico – Requisitos de fabricação, classificação, ensaios e utilização.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR ISO/IEC 17025. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR ISO/IEC 17043. Avaliação de conformidade – requisitos gerais para ensaios de proficiência.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO. Resolução n. 01, 26 jul. 2017. **Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2018-2022.** 2017. 71 p.

GUIMARÃES, J. V.; DIAS, M. H. Costa; SANTOS, José C. A. dos. **Proficiency testing of electromagnetic compatibility (EMC) labs in Brazil by measurement comparisons.** *Measurement Science and Technology*. v. 20, 2009. DOI:10.1088/0957-0233/20/11/115107.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). NIT-DICLA-021. **Expressão da incerteza de medição por laboratórios de calibração.** Rio de Janeiro, INMETRO, 2020.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). NIT-DICLA-026. **Requisitos para a Participação de Laboratórios em Atividades de Ensaio de Proficiência.** Rio de Janeiro, INMETRO, 2021.

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). **Benefícios para Laboratórios que Participam dos Programas de Ensaio de Proficiência.** Austrália: ILAC, 2008. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/ILACPTPortugeseR.pdf>. Acesso em 04 out. 2018.

LIMA, M. P. da S.; SOUSA, A. A. G. de S. Comparação Interlaboratorial como mecanismo de validação de resultados de calibração de manômetros analógicos até 1000 PSI. *Revista Analytica*. São Paulo, ano 17, ed. 99, 2019.

OLIVEIRA, J. S.; COUTO, P. R. G.; OLIVEIRA, L. H. Paraguassu de; Nunes, C. da S.; França, S. de C.; Riccomini, F. R.; Antunes, A. R. S. **Comparação de pressão absoluta no intervalo de medição de 500 hPa a 1100 hPa.** *In: VI Congresso Brasileiro de Metrologia, 2011, Natal. Anais do VI Congresso Brasileiro de Metrologia, 2011.*

SILVA, Mário A. F. da; COSTA, Stella R. R. da; NOGUEIRA, R.; MOURA, Mário H. de. **Causas-raiz de resultados insatisfatórios em ensaios de proficiência na acreditação de laboratórios de calibração:** diagnóstico de investigações realizadas pelos laboratórios. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2013, Rio de Janeiro.