

OS DESAFIOS DO PROCESSO DE ACREDITAÇÃO ISO/IEC 17025 NO LABORATÓRIO DE METROLOGIA HIDRODINÂMICA

Nome do Autor Principal(1)

Olavo Alberto Prates Sachs

Engenheiro Sanitarista – PUCC; Engenheiro de Segurança do Trabalho – FAAP; MBA em Administração para Engenheiros – MAUA; Mestrado em Tecnologia Ambiental – IPT

Engenheiro responsável pela coordenador do grupo de trabalho Engenharia de Medição da MAGG

Viviana Marli Nogueira Aquino Borges

Engenheira Civil pela Universidade Mackenzie, Mestre em Engenharia - Hidráulica e Recursos Hídricos, pela Escola Politécnica/USP, MBA em Gestão Empresarial pela FIA/USP, especialista em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública/USP e em Gestão Pública pela Fund. Escola de Sociologia e Política de São Paulo. Gerente da Sabesp – MAGG, responsável pela engenharia do Sistema Adutor Metropolitano de São Paulo, desde 2008..

Oscar Bahia Filho

Químico -OBF Gestão Empresarial.

Adauto Luiz Souza da Silva

Tecnico mecânico , técnico em Sistema de Saneamento – Sabesp - MAGG

Andre Luiz dos Santos

Engenheiro Eletrico, encarregado – Sabesp - MAGG

Adelmo de Souza Araujo

Tecnico em eletrônica, técnico em Sistema de Saneamento – Sabesp – MAGG

Endereço(1): Rua Sumidouro, 448 – Pinheiros – São Paulo – SP, CEP 05428-010 Tel. +55(11) 99938-3530
osachs@sabesp.com.br

RESUMO

O presente trabalho busca descrever as atividades da equipe de Metrologia Hidrodinâmica, responsável pela medição de vazão de água do Sistema Integrado Metropolitano.

Tendo em vista criar um ambiente adequado as normas internacionais, tais como a ISO 17025, adotou-se a postura de termos um Sistema de Gestão, tomando o cuidado de rodarmos o ciclo do PDCL por diversas vezes abordando todas as fases do processo, culminando com a área de Metrologia Hidrodinâmica da SABESP, ter passar a contar em seus certificados de calibração o reconhecidos tanto nacional como internacionalmente.

PALAVRAS-CHAVE: medidores de vazão, abastecimento de água, acreditação, ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017

INTRODUÇÃO

A contínua ameaça de escassez de água no planeta, determina cada vez mais um uso racional da água, principalmente, a água tratada para o consumo humano. Baseado nisto, os sistemas de abastecimento atuais buscam uma maior eficácia dos seus processos produtivos visando redução de energia e, principalmente, uma redução de perdas no sistema de sua distribuição.

Como qualquer processo, busca-se uma gestão em toda a cadeia de produção, desde a captação, transporte até as estações de tratamento, o tratamento para consumo humano, o armazenamento e a distribuição para a população. Para medir a eficácia de cada etapa, um balanço de massas deve ser o objetivo. Dentre as etapas, a que atualmente merece maior atenção, é a medição do volume produzido na estação de tratamento e do volume

vendido a população. Ambas as medições são realizadas por instrumentos que auferem medida quantitativa à etapa, macromedidores para os reservatórios e micromedidores para as residências e entre eles, há toda uma rede de distribuição, passível de perdas. Segundo Yoshimoto¹, não existe “perda zero” em sistemas de abastecimento de água.

As perdas em sistema de abastecimento de águas eram calculadas com base na diferença entre a macromedição e a micromedição, já em 1993 a partir do estudo da Lysa para a SABESP, foi elaborado o conceito de Perdas Físicas e Perdas não-Físicas e em 1997, a International Water Association (IWA) lançou bases para a uniformização dos conceitos e indicadores a partir da matriz do balanço hídrico, perdas reais inevitáveis, indicador de infra estrutura, etc.

Segundo Yoshimoto¹, as perdas em sistemas de abastecimento de água podem ser divididas em Perdas Reais, decorrente de vazamentos na rede de distribuição e extravasamentos em reservatórios e Perdas Aparentes, que são decorrentes de submedição, fraudes e falhas em dados cadastrados. Já para o controle e redução de perdas aparentes, o autor divide a três componentes: Macromedição dos reservatórios, Gestão Comercial do processo de vendas e atendimento a clientes e Micromedição instalados na entrada dos imóveis.

Dentre as ações no componente Macromedição, formado por medidores de vazão instalados nos reservatórios e na entrada de grandes consumidores, cujos erros decorrem da inadequação ou até a falta de medidor, não calibração e submedição nas baixas vazões. O objetivo dessas ações é para redução de erros de medição.

Para fins de harmonização dos termos usados nesse artigo foi usado o Vocabulário Internacional de Metrologia² (VIM), assim medição significa um conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza; já medida significa o resultado, em geral numérico que, obtido em medição, será manipulado para que seja um resultado final ou certificável e processo de medição é a descrição significa o conjunto de operações usadas na execução de medições particulares de acordo com um dado método.

Outra harmonização que se faz necessária, foi apresentada por Bahia Fo³. em treinamento quanto aos componentes formadores de uma medida, mostrados na figura a seguir.



Figura 1 – Principais variáveis do processo de medição. A exatidão da calibração representa as incertezas herdadas (tipo b) e a precisão da operação as incertezas experimentais (tipo a).

Ter equipamentos destinado a medida instalado em condições de campo, mesmo ele ter sido calibrado antes da instalação, não significa que a incerteza de medição estimada na fábrica seja a incerteza da medida do processo, ela é apenas um dos componentes.

Dado a importância de aferir a medida de vazão dos macromedidores instalados na sua rede de distribuição (RMSP), a SABESP mantém equipe de Metrologia Hidrodinâmica para a atividade de calibração dos macromedidores. As diretrizes para tal atividade foram preconizadas pelo documento normativo da ABNT NBR ISO 39664.

Buscando auferir confiabilidade metrológica assegurada às suas medidas publicas nos certificados de calibração dos macromedidores, a area decidiu acreditar seu processo de calibração com base nas diretrizes do documento normativo ABNT NBR ISO/IEC 170255.

O trabalho deve ser organizado seguindo um encadeamento lógico e deverá conter os seguintes itens ou similares: Introdução, Objetivo(s), Metodologia Utilizada, Resultados Obtidos, Análise e Discussão dos Resultados, Conclusões/Recomendações e Referências Bibliográficas.

OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi demonstrar o processo aplicado a área de Metrologia Hidrodinâmica para elaborar Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) para a atividade de calibração de macromedidores com base na ABNT NBR ISO/IEC 17025, em consonância a norma ABNT NBR ISO 3966 e a submissão do SGQ ao CGCRE, que é o órgão de acreditação na referida norma de requisitos de competência de laboratório de calibração.

METODOLOGIA UTILIZADA

Os macromedidores são medidores de grandes porte, instalados em adutoras e as vezes, instalados na entrada de grandes consumidores. As vazões obtidas dos medidores de vazão se fazem através das relações existentes entre a velocidade do fluido e área da seção transversal da tubulação (velocidade versus área), desta forma, a medida do macromedidor relaciona-se diretamente com a medida com a qual se determina a velocidade e área da tubulação⁶.

Como característica básica, os macromedidores são formados por dois elementos: o Primário, que é o dispositivo medidor que se encontra diretamente em contato com o fluido, tendo como principal função transformar a velocidade obtida por princípios eletromagnéticos ou hidráulico em outra grandeza física mensurável e o Secundário: que é o dispositivo responsável pela informação e comunicação da grandeza física obtida do elemento primário em vazão.

Ao serem comprados, tais equipamentos entregues junto com seu certificado de calibração de fábrica são submetidos à inspeção; entretanto, para garantir a aferir confiança dos dados medidos é necessário que os macromedidores sejam periodicamente calibrados.

Calibração dos Macromedidores com a técnica de Tubo Pitot⁶

O procedimento de medição de vazão em condutos fechados, utilizado para a calibração de macromedidores, preconizada pelo documento normativo ABNT NBR ISO 3966: 2013, é baseada na técnica de Tubo de Pitot, tipo Cole, que é um instrumento de medição de vazão pelo diferencial de pressão, que é utilizado para calibrar os macromedidores. Este instrumento permite medir a pressão de estagnação no ponto onde é introduzido; a diferença de pressão (ΔP) entre as pressões de estagnação e a pressão estática na tubulação que pode ser diretamente relacionada com a velocidade no ponto (v_0), desde que corrigida pela constante de correção entre a densidade dos líquidos (C_c) utilizados no equipamento e o medido, conforme equação:

$$V_D = C_c * (2\Delta P)^{0,5}$$

A definição da área é realizada através da medição do diâmetro interno da tubulação na qual são definidos os pontos onde são posicionadas as tomadas de pressão do Tubo de Pitot, esta definição é realizada dividindo-se a seção transversal do tubo em áreas iguais.. A partir destas é obtido o perfil de velocidade ou caudal que colocado em gráfico de posição versus diferença de pressão, mostra graficamente como o escoamento está ocorrendo na tubulação. Exemplo deste gráfico é mostrado na figura a seguir.

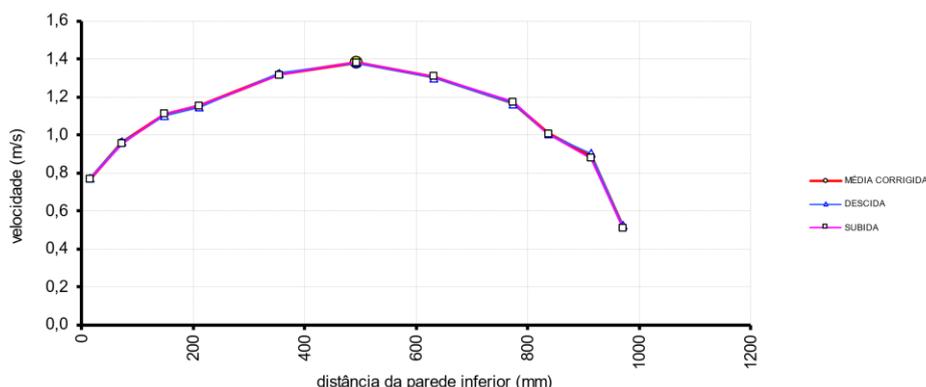


Figura 2 – Gráfico de perfil de escoamento medido em 11 posições, obtendo leituras na introdução e retirada do equipamento na tubulação, com a diferença de pressão já

transformada em velocidade, por cálculos. A linha rosa, representa a velocidade média entre os dois sentidos de medida.

Os tubos de Pitot, são introduzidos em pontos perfurados na tubulação que conduz a água, cuja vazão ou velocidade se deseja medir. Esses medidores permitem verificar a velocidade em locais específicos da seção transversal de escoamento e, aplicando técnicas de integração, permitem determinar a vazão (xx)

O erro verificado (percentual) é um comparativo do valor apresentado pelo equipamento com relação ao tubo de Pitot do tipo Cole, conforme a equação a seguir:

$$E_{\%} = \frac{V_{\text{macromedidor}} - V_{\text{pitot}}}{V_{\text{pitot}}} * 100$$

Onde o Erro Percentual ($E_{\%}$) é igual a diferença entre a velocidade medida da vazão obtida no macromedidor ($V_{\text{Macromedidor}}$) e a vazão do Tubo Pitot (V_{Pitot}), dividida pela vazão medida no Tubo Pitot, multiplicando-se por 100.

No certificado de calibração do macromedidor, além das informações sobre o instrumento, como sua identificação, local de instalação e fator de calibração, traz informações do conjunto de equipamentos usados para a calibração como identificação do tubo pitot Cole, os transdutores e escalímetro usado, entre outras e os resultados das medidas obtidas em campo, como a seguir:

Mapeamento com tubo de Pitot Cole		Indicação do elemento secundário do macromedidor	
Vazão (m ³ /s)	Incerteza Expandida (%)	Vazão (m ³ /s)	Erro de Indicação (%)
0,213	2,5	0,218	2,2
0,493	2,3	0,485	-1,5

Figura 3 – dados de calibração típicos de calibração de macromedidores com mapeamento com tubo de Pitot.

Preparação do Laboratório da MAGG para a Acreditação na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025.

O laboratório da MAGG já vinha conduzindo avaliação de campo seguindo a norma ABNT NBR ISO 3966, contudo, a gerência decidiu elevar o nível de confiabilidade metrológica de suas medidas ao patamar máximo de aceitação, tanto nacional como internacional. Para tanto, contratou consultoria especializada para elaboração de sistema de gestão em conexão à norma técnica de medida. A norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 é destinada as atividades de amostragem, ensaios e calibração e tem como principal objetivo a avaliação da competência dos laboratórios.

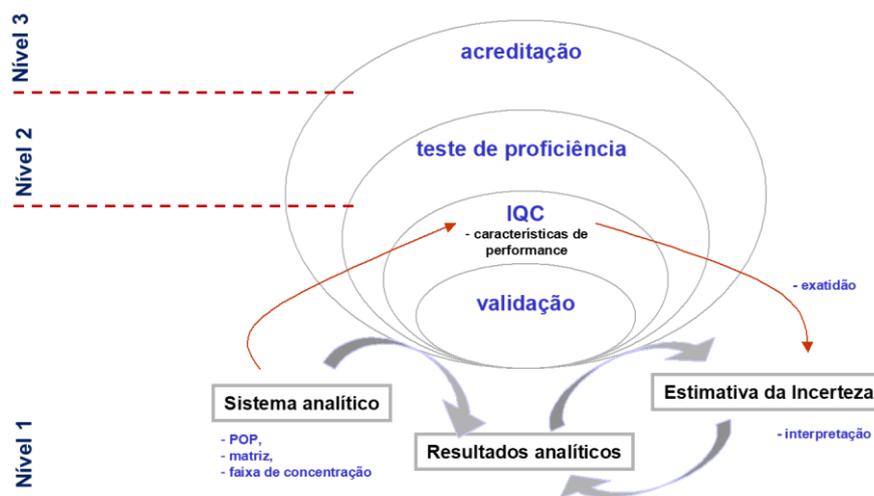


Figura 4 – Níveis de confiabilidade e as operações necessárias a cada nível.

A figura 4 mostra que quando o laboratório possui um sistema estruturado, incluindo a validação de seu procedimento de calibração e da estimativa da incerteza e algumas ferramentas de garantia de resultados ele cumpre os requisitos de nível 1, passa para o nível 2 quando decide comparar seus resultados com outros laboratórios em programas de ensaios de proficiência e atinge o nível 3, quando decide acreditar o seu sistema de gestão.

A elaboração do sistema de gestão se iniciou pela análise crítica do documento normativo da calibração. Nas figuras 5-7, é mostrado algumas dessas avaliações

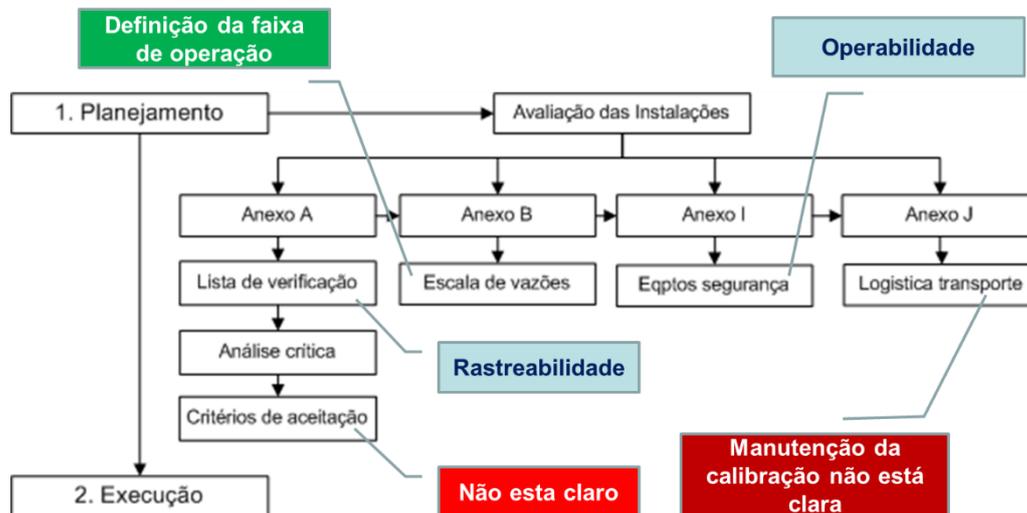


Figura 5 – Parte 1 da análise crítica das diretrizes da NTS 280:2008 que originou a Norma ABNT NBR ISO 3966 para medição de vazão em condutos fechados pelo método velocimétrico utilizando tubos de Pitot tipo Cole, com ênfase nos Anexos A, B e J.

Na figura 5 temos como destaque os seguintes itens:

- Lista de verificação – trata-se da rastreabilidade que o equipamento quando é enviado para a calibração em algum laboratório externo, adquire-se um número de certificado de calibração RBC na qual é possível realizar a rastreabilidade deste equipamento
- Critérios de calibração – afim de realizarmos a calibração de macromedidores em campo, adotamos critérios de calibração para que nossos equipamentos sejam calibrados nas melhores condições garantindo uma certeza maior de que estamos realizando a calibração com a melhor condição de medição
- Escala de vazões – afim de abranger toda a faixa de operação do equipamento a ser calibrado, nós definimos as vazões que devem ser calibradas através de histórico de vazões com pelo menos uma vazão mínima e uma vazão máxima respeitando os limites dos equipamentos utilizados.
- Equipamentos de segurança – Utilizados todos os equipamentos de segurança protegendo os colaboradores e também os equipamentos.
- Logística de Transporte – Existe um procedimento para manutenção, condução, manuseio e armazenamento dos equipamentos utilizados nas calibrações, com a finalidade de preservar as condições nas quais eles foram calibrados, este procedimento é revisado periodicamente assim como todo equipamento que é transportado para uma atividade de campo.

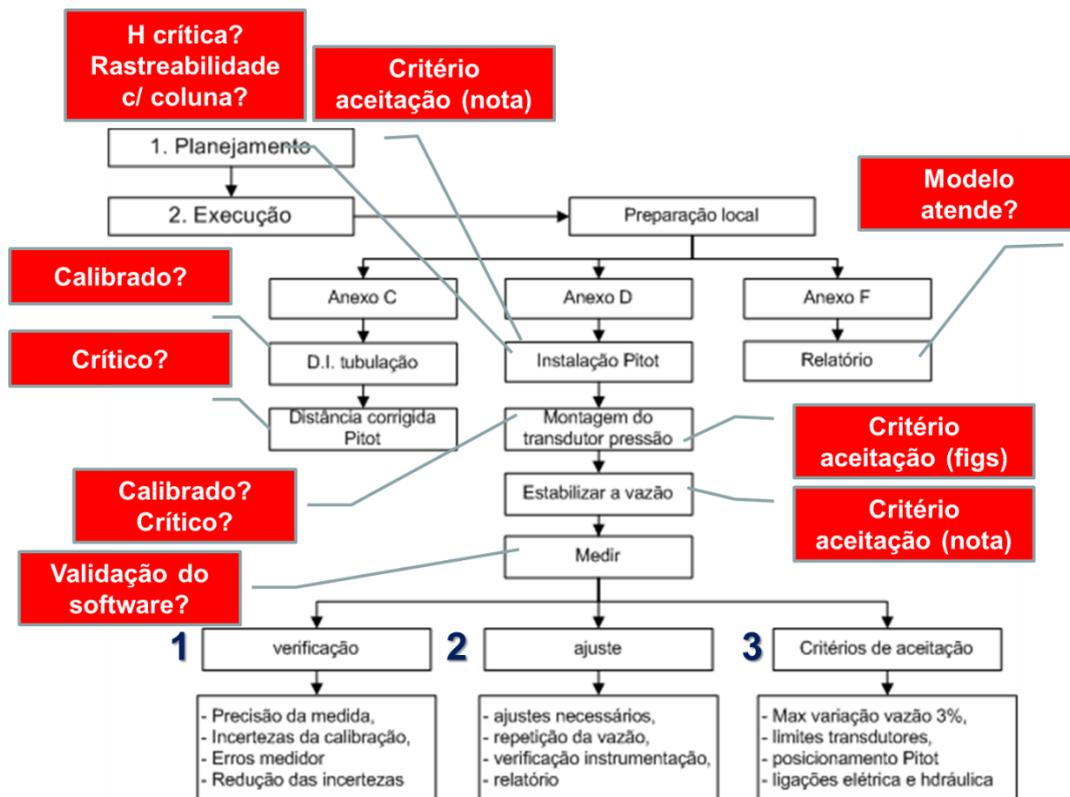


Figura 6 – Parte 2 da análise crítica das diretrizes da NTS 280:2008 que originou a Norma ABNT NBR ISO 3966 para medição de vazão em condutos fechados pelo método velocimétrico utilizando tubos de Pitot tipo Cole, com ênfase no Anexo D e F. Note que as três variáveis do Anexo D (números 1-3), serão discutidas uma a uma nas figuras seguintes.

Destacamos na figura 6 os itens:

- Medição do diâmetro interno da tubulação – neste item podemos dividir ele em diâmetro nominal e diâmetro corrigido, que nada mais é a medida comercial da tubulação e a medida interna adquirida por meio de equipamento sendo corrigida para os cálculos da vazão a ser mensurada pelo tubo pitot.
- Instalação dos equipamentos para realização da atividade de calibração – (anexo D) Nesta etapa é onde se realiza toda a parte de instalação dos equipamentos, realizando a sua seletividade para que seja utilizado o equipamento mais adequado para a calibração do ponto de medição com sua vazão de momento. O pitot é selecionado de acordo com o diâmetro da adutora, para que possa tomar as medidas em toda a tubulação. Os transdutores são selecionados de acordo com o diferencial de pressão apresentado no momento da calibração, podendo ser utilizado um transdutor de maior sensibilidade refinando a sua medição. São utilizados escalímetros no correto posicionamento do pitot para que sejam feitas as tomadas das leituras e criado o perfil de velocidade naquele ponto da adutora. Um software onde são coletados as informações e realizados todos os cálculos de acordo com normas, definindo assim a vazão medida pelo laboratório.
- Relatório – Após respeitado todos os passos para a realização da calibração em campo, é realizado uma análise crítica dos dados obtidos por uma pessoa que não participou das atividades, sendo aprovado na análise crítica, será elaborado um relatório padronizado que indicará os resultados obtidos neste processo de calibração deste macromedidor.

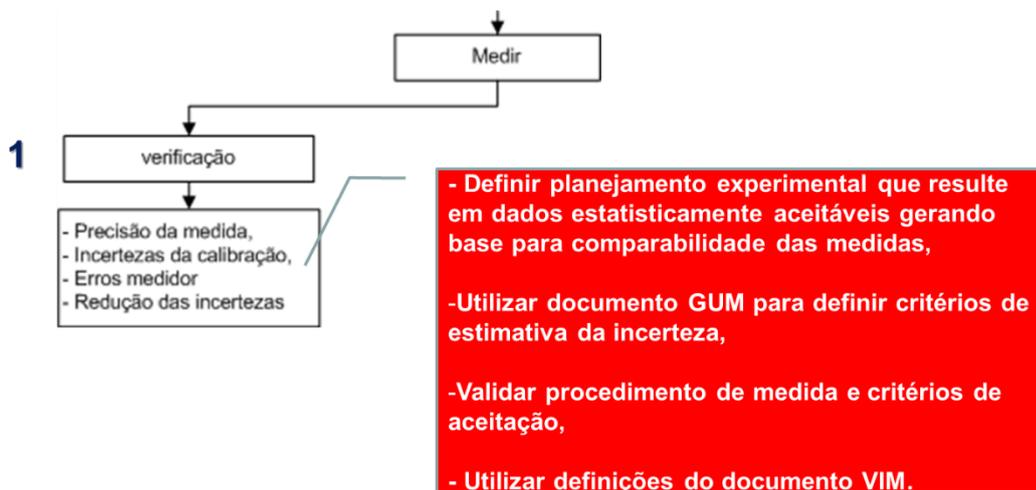


Figura 7 – Parte 3 da análise crítica das diretrizes da NTS 280:2008 que originou a Norma ABNT NBR ISO 3966 para medição de vazão em condutos fechados pelo método velocimétrico utilizando tubos de Pitot tipo Cole, com ênfase na variável 1 do Anexo D.

Este processo de verificação tem como finalidade definir os pontos importantes que devem ser verificados nas medidas tomadas na calibração em campo como:

- Precisão das medidas: verificar se a seletividade foi cumprida e utilizados os equipamentos em melhores condições para a vazão definida
- Incerteza da calibração – uma análise da incerteza para verificação de que esteja dentro dos parâmetros mínimos exigidos pelo laboratório.
- Erros do medidor – é o resultado apresentado quanto a finalização do processo de calibração, onde mostra o quanto as medidas informadas do medidor estão de acordo com as medidas adquiridas com o levantamento de perfil com o tubo pitot.
- Redução das incertezas – Todo trabalho entra para uma estatística e um estudo para que possam ser aprimorados, seja no ponto de medição ou nos equipamentos utilizados para calibração, com isto podemos estar melhorando continuamente nosso processo de calibração.

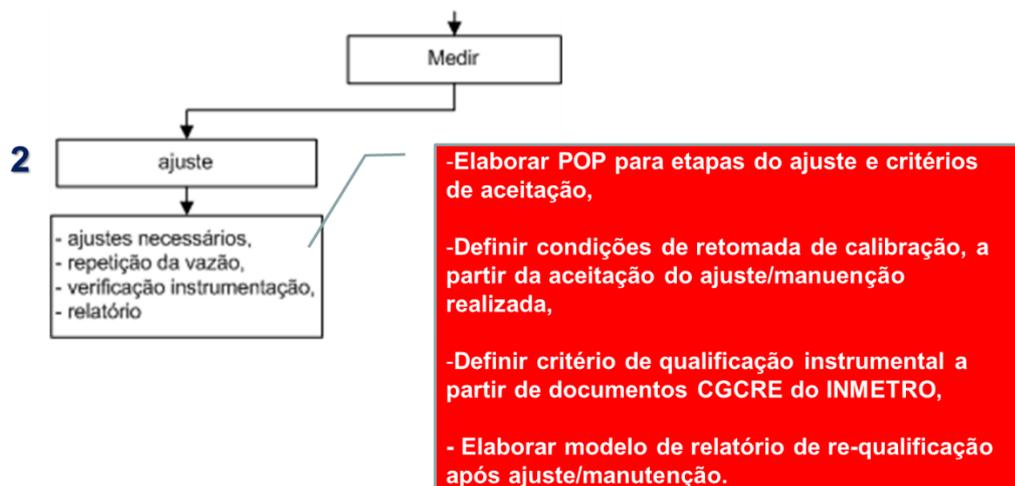


Figura 8 – Parte 4 da análise crítica das diretrizes da NTS 280:2008 que originou a Norma ABNT NBR ISO 3966 para medição de vazão em condutos fechados pelo método

velocimétrico utilizando tubos de Pitot tipo Cole, com ênfase na variável 2 do Anexo D.

- Ajustes necessários – Estes ajustes são realizados nos medidores de vazão quando apresentam um erro com relação ao levantado pelo Tubo Pitot.
- Repetição da vazão – Após ajuste é novamente realizado a calibração deste macromedidor para garantir e comprovar que o ajuste foi realizado com sucesso, caso não tenha sido satisfatório, um novo ajuste pode ser realizado.
- Verificação da instrumentação – Toda instrumentação passa por verificação periódica para garantir que seu certificado de calibração não perdeu a garantia, mantendo-se calibrado e pronto para ser utilizado em outra atividade de calibração.
- Relatório – Neste caso o relatório é elaborado após o ajuste e com o resultado final, mencionando que foi pós ajuste para que não se perca o histórico deste medidor.

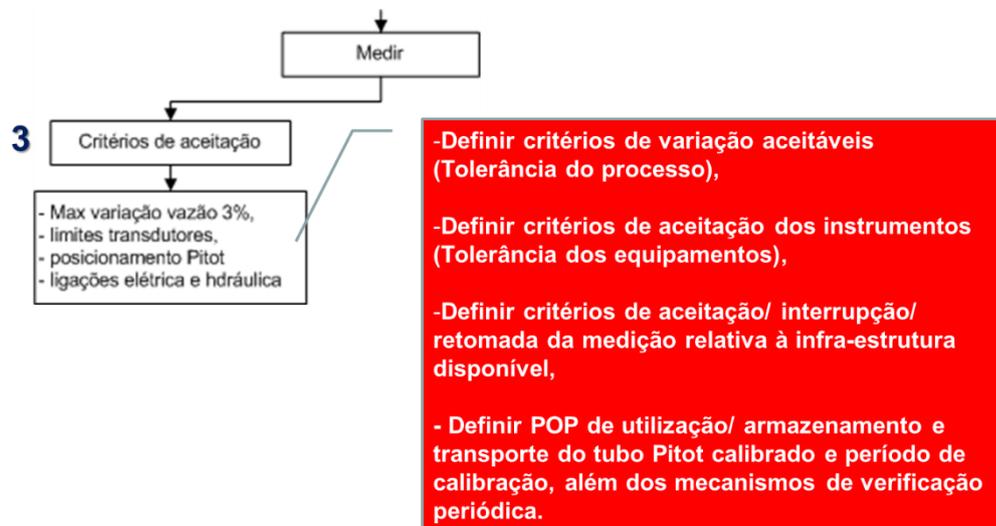


Figura 9 – Parte 5 da análise crítica das diretrizes da NTS 280:2008 que originou a Norma ABNT NBR ISO 3966 para medição de vazão em condutos fechados pelo método velocimétrico utilizando tubos de Pitot tipo Cole, com ênfase na variável 3 do Anexo D.

- Máxima variação da vazão – Para que a calibração seja realizada com uma boa certeza de medição, a vazão deve-se manter estável durante todo o período de calibração, podendo ter no máximo 5% de variação da vazão inicial, caso fuja deste valor, a calibração é suspensa e a vazão deve ser reajustada novamente para dentro dos parâmetros.
- Limite dos transdutores – São utilizados 3 equipamentos transdutores com diferentes tipos de faixa de atuação, isto para melhorar a sensibilidade e consequentemente a diminuição da incerteza de medição com os instrumentos utilizados na calibração.
- Posicionamento do Pitot – O tubo Pitot é inserido na tubulação e consiste em duas tomadas de pressão, uma delas deve estar diretamente recebendo o fluxo da água e a outra está a favor da corrente. Por este motivo o Pitot deve estar bem alinhado para que não haja inclinação de suas tomadas podendo gerar alguns valores que aumentem a incerteza de medição.
- Ligações – Para o levantamento de perfil de velocidade, é utilizado um software que faz a leitura dos instrumentos e calcula as vazões medidas, para isso é usado o sistema Hart que faz a alimentação de 24v para os transdutores e pelo mesma ligação elétrica faz a

comunicação com o computador, o Tubo Pitot é interligado a um transdutor de diferencial de pressão que está sendo alimentado por esta ligação elétrica, através de ligação hidráulica por mangueiras para que seja conectado e mensurado o diferencial de pressão que será utilizado na determinação da velocidade e conseqüentemente a vazão.

A partir da análise crítica mostrada nas figuras anteriores, foi elaborado um plano de ação para redação de documentos, modificação de infraestrutura, treinamento, e outros ajustes necessários, todos para atender as diretrizes da norma de acreditação. Os elementos e suas interações do referido documento normativo são mostrados na figura 10.

O ápice da elaboração do sistema de gestão se deu na elaboração do documento PO-AG 1062 – Controle de Processo que descreve todas as etapas da atividade de calibração conduzida pela área de Metrologia Hidrodinâmica da SABESP, desde a contratação do serviço pela unidade de controle operacional até a publicação do certificado de calibração em conformidade com as diretrizes da ABNT NBR ISO/IEC 17025 em consonância com a norma ABNT NBR ISO 3966. O PO-AG 1062 relaciona todos os outros procedimentos de todas as atividades inerente ao processo de calibração, em destaque os PO-AG 1082 que trata da condução da calibração propriamente dita, PO-AG 1065 que trata do cálculo da estimativa da incerteza da medida, PO-AG 1113 que trata da análise crítica e validação dos dados obtidos e o FO-AG que trata do programa de participação em ensaios de proficiência, entre outros.

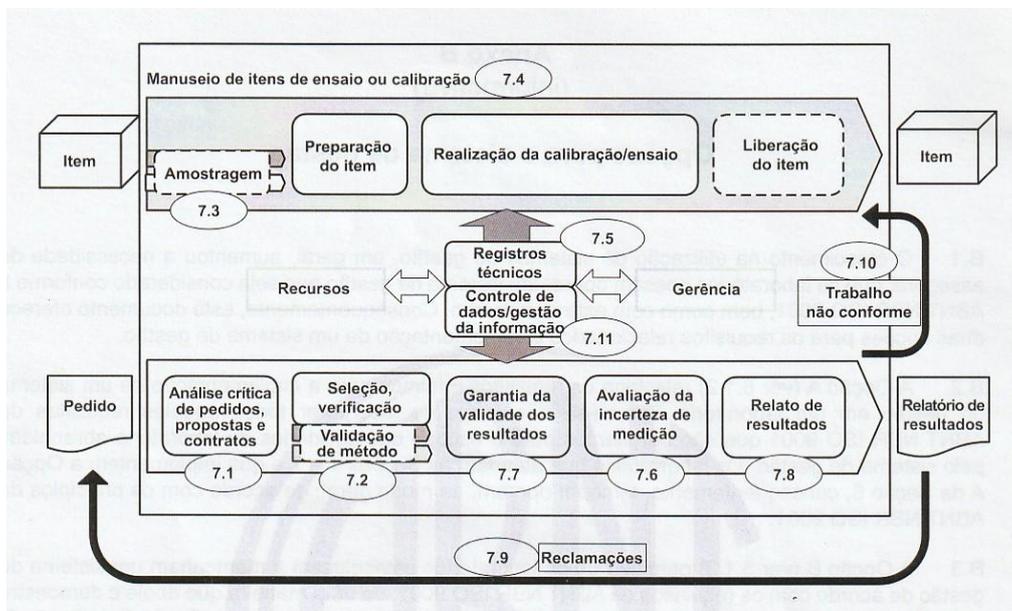


Figura 10 – Possível representação esquemática do processo operacional de um laboratório de ensaio ou calibração.

Após o atendimento de todos os requisitos do órgão acreditador, a área submeteu o Sistema de Gestão da Qualidade elaborado ao CGCRE e em março/2021, a área de Metrologia Hidrodinâmica foi avaliada pela equipe do CGCRE, tendo sido recomendado para a acreditação. O processo todo, desde a contratação do consultor até a avaliação durou cerca de 14 meses.

CONCLUSÃO

A implantação do sistema de gestão elaborado a partir das diretrizes preconizadas pela norma ABNT NBR ISO 17025, determinou aprimoramento da atividade de calibração conduzida pela equipe de metrologia hidrodinâmica que trouxe maior dinâmica e confiança nas etapas do processo. Com o amadurecimento do sistema, decidiu-se seguir para acreditá-lo junto ao organismo de acreditação, que culminou, em maio de 2021, com avaliação presencial de equipe avaliadora. O resultado, foi a recomendação da equipe avaliadora para acreditação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. YOSHIMOTO, P.MASSATO – Perdas em Sistemas de Abastecimento de água – Conceitos Gerais, 2005
2. VOCABULÁRIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA. (VIM) – Conceitos fundamentais e gerais e termos associados, Inmetro, RJ: 2012
3. BAHIA Fo., O – Metrologia em Processos Químicos, Treinamento à Barralcool: 2019
4. ABNT NBR ISO 3966 – Medição de vazão em condutos fechados – método velocimétrico utilizando tubos de Pitot estático, Associação Brasileira de Normas Técnicas: 2013
5. ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, Associação Brasileira de Normas Técnica: 2017.
6. VICENTINI, L.P – Componentes do Balanço Hídrico para Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.