

GUSTAVO DE ARAÚJO LAMON

CALIBRAÇÃO x VERIFICAÇÃO DE
MACROMEDIDORES

Belo Horizonte

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

PARA AQUELAS PESSOAS QUE DESEJAM CONTRIBUIR COM SEUS PONTOS DE VISTA A RESPEITO DESTE ARTIGO, SINTAM-SE A VONTADE DE ENCAMINHAR UM EMAIL PARA gustavo@lamon.com.br . SERÁ UM PRAZER RECEBER SUAS OBSERVAÇÕES.

Resumo

Lamon, G. A. **Calibração x Verificação de Macromedidores.**, 2020, 12 páginas – Isoil Lamon Indústria de Equipamentos e Serviços de Instrumentação Industrial Ltda

O objetivo deste artigo é destacar as principais diferenças entre os termos calibração e verificação, bem como sua aplicabilidade na macromedição nas empresas de saneamento.

Palavra Chave: Calibração, Verificação, Macromedidor, Vazão.

Abstract

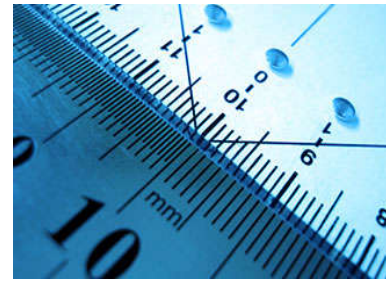
LAMON, G. A. **Calibration x Verification of Flowmeter, 2010, 12 pages – Isoil Lamon Indústria de Equipamentos e Serviços de Instrumentação Industrial Ltda**

The purpose of this article is to present the main difference between the terms calibration and verification and its application on the flowmeters in water companies.

Keywords: Calibration, Verification, Flowmeter, Flow.

I - História da Metrologia

Metrologia é uma palavra de origem grega - metron: medida e logos: ciência - e que por definição é a ciência que abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza em qualquer campo da ciência ou tecnologia. Sua história é antiga e, ao longo do tempo, tem ocupado espaço relevante não somente na Física, mas também nas demais ciências, sendo considerada por alguns autores como 'ciência básica'.



Tudo começou quando na antiguidade percebeu-se a necessidade da criação de unidades de medida que permitissem as trocas e o comércio de mercadorias. Sabe-se que a história do progresso do homem também está estreitamente relacionada ao progresso na ciência da medição, já que em certo momento, ele percebeu que para sua medição fazer sentido era necessário que estivesse de acordo com as medições executadas pelos outros homens, tornando necessária a adoção de padrões que reproduzem as unidades de medidas.

Porém, a necessidade de medidas-padrão tomou força quando os homens iniciaram negócios em grande escala, na construção de casas, navios e utensílios em geral. Feitos dos Romanos, Hebreus e Fenícios também já mostram a utilização dessas medidas-padrão, até a invasão à Europa por tribos bárbaras, provocando um retrocesso significativo no conhecimento adquirido pelo homem. Somente muito tempo depois que, então, os reis saxões reintroduziram os sistemas de medida e padrões unificados.

No que se refere às unidades de medida adotadas durante o período colonial no Brasil, o quadro é idêntico ao encontrado em Portugal na mesma época, onde a vara, a canada e o almude eram as medidas de uso mais comum, mesmo que seu valor variasse de região para região. No entanto, a primeira menção expressa à atividade metrológica, em documentos coloniais, refere-se precisamente à fiscalização do funcionamento dos mercados locais, atividade do almotacé.

A história da metrologia no Brasil, porém, inicia-se de fato no tempo do Império, em função da necessidade de uniformizar um sistema de unidades de medida. Contudo, a formalização de mecanismos de proteção de produtores e consumidores, é um fato recente, com a criação do Instituto Nacional de Pesos e Medidas em 1961, que implantou a rede Nacional de Metrologia Legal e instituiu, no País, o Sistema Internacional de Unidades (S.I.). Em 1973, através da Lei 5.966, foi instituído o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, SINMETRO, com a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industriais. Como órgão normativo do Sistema, foi criado, no âmbito do Ministério da Indústria e do Comércio, o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO; e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, órgão executivo central do Sistema.

II – Terminologias Metrológicas (Texto extraído do VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia)

Calibração

Operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os **valores** e as **incertezas de medição** fornecidos por **padrões** e as **indicações** correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção dum **resultado de medição** a partir duma indicação.



Nota: Convém não confundir a calibração com o **ajuste dum sistema de medição**, frequentemente denominado de maneira imprópria de “auto-calibração”, nem com a **verificação** da calibração.

Verificação

Fornecimento de evidência objetiva de que um dado item satisfaz requisitos especificados.

Nota: A verificação não deve ser confundida com **calibração**. Nem toda verificação é uma **validação**.

Ajuste dum sistema de medição

Conjunto de operações efetuadas num **sistema de medição**, de modo que ele forneça **indicações** prescritas correspondentes a determinados **valores** dum **grandeza** a ser medida.



Notas:

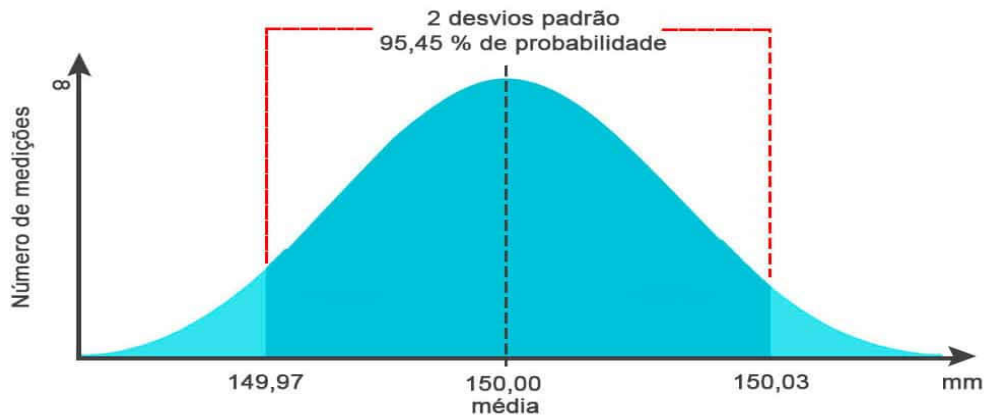
- 1- O ajuste dum sistema de medição não deve ser confundido com **calibração**, a qual é um pré-requisito para o ajuste.
- 2- Após um ajuste dum sistema de medição, tal sistema geralmente deve ser recalibrado.

Ajuste de Zero

Ajuste dum sistema de medição de modo que o mesmo forneça uma **indicação** igual a zero correspondente a um **valor** igual a zero da **grandeza** a ser medida.



Incerteza da Medição



Parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos **valores** atribuídos a um **mensurando**, com base nas informações utilizadas.

Nota: A incerteza de medição geralmente engloba muitas componentes. Algumas delas podem ser estimadas por uma **avaliação do Tipo A da incerteza de medição**, a partir da distribuição estatística dos valores provenientes de séries de **medições** e podem ser caracterizadas por desvios-padrão. As outras componentes, as quais podem ser estimadas por uma **avaliação do Tipo B da incerteza de medição**, podem também ser caracterizadas por desvios-padrão estimados a partir de funções de densidade de probabilidade baseadas na experiência ou em outras informações.

III – Calibração ou Verificação

No capítulo anterior, foi retirado do VIM (Vocabulário Internacional de Metrologia), as definições de algumas terminologias, comumente utilizadas no mercado.

No entanto, muitas das vezes, algumas dessas terminologias são utilizadas de forma equivocada.

Quem nunca ouviu a seguinte frase:

“Vou calibrar esse medidor.”

É muito comum que, a pessoa que faz uso desta frase, não vai de fato calibrar o medidor e sim ajustar o mesmo.

É muito importante neste momento elucidarmos ao caro leitor que **CALIBRAÇÃO** não é o ato de se ajustar um medidor.

CALIBRAÇÃO é o ato de efetuar uma comparação a um padrão conhecido, seguindo metodologias normatizadas e expressando, além do erro do equipamento, a incerteza da medição da calibração em referência.

A norma que rege todo e qualquer serviço de calibração é a ABNT NBR ISO IEC 17.025.

Via de regra, a calibração é realizada por um **METROLOGISTA**, devidamente capacitado para realizar tal tarefa.

Com base no acima exposto, vamos refletir: O que seria a VERIFICAÇÃO?

Bem, a VERIFICAÇÃO de um medidor nada mais é que uma “CALIBRAÇÃO SIMPLIFICADA” onde o usuário usa uma referência para realizar uma simples conferência do erro do medidor a ser verificado.

O que muito se vê, tanto no mercado industrial como no de saneamento, são empresas realizando em campo uma VERIFICAÇÃO de um equipamento, com eventual ajuste do erro do mesmo e, muitas das vezes nomeando este serviço como CALIBRAÇÃO.

E o que é o certo? Calibrar ou Verificar um medidor?

Veja abaixo o que diz a Norma NBR ISO 9001 – 2015 em seu item 7.1.5 Recursos de monitoramento e medição:

“7.1.5.1 Generalidades

A organização deve determinar e prover os recursos necessários para assegurar resultados válidos e confiáveis quando monitoramento ou medição for usado para verificar a conformidade de produtos e serviços com requisitos.

A organização deve assegurar que os recursos providos:

a) sejam adequados para o tipo específico de atividades de monitoramento e medição assumidas;

b) sejam mantidos para assegurar que estejam continuamente apropriados aos seus propósitos.

A organização deve reter informação documentada apropriada como evidência de que os recursos

de monitoramento e medição sejam apropriados para os seus propósitos.

7.1.5.2 Rastreabilidade de medição

Quando a rastreabilidade de medição for um requisito, ou for considerada pela organização uma

parte essencial da provisão de confiança na validade de resultados de medição, os equipamentos

de medição devem ser:

*a) **verificados ou calibrados, ou ambos**, a intervalos especificados, ou antes do uso, contra padrões*

de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais; quando tais padrões não existirem, a base usada para calibração ou verificação deve ser retida como informação documentada;

b) identificados para determinar sua situação;

c) salvaguardados contra ajustes, danos ou deterioração que invalidariam a situação de calibração

e resultados de medições subsequentes.

A organização deve determinar se a validade de resultados de medição anteriores foi adversamente

afetada quando o equipamento de medição for constatado inapropriado para seu propósito pretendido,

e deve tomar ação apropriada, como necessário.”

Como observamos na passagem acima, a norma ISO9001 é clara ao afirmar que para assegurar resultados válidos o equipamento de medição deve ser CALIBRADO ou VERIFICADO ou AMBOS.

No entanto, observamos que normalmente as empresas acabam adotando o caminho de CALIBRAR todos os medidores existentes na organização, **umentando significativamente seu custo operacional sem muita das vezes haver de fato a real necessidade.**

IV – Os Macromedidores nas empresas de Saneamento

Nas empresas de saneamento assim como em qualquer indústria, há uma infinidade de variáveis a serem medidas.

A variável vazão neste segmento é, sem dúvida alguma, uma das se não a mais importante variável a ser medida.

Quando adentramos neste tópico, podemos classificar a medição de vazão em duas grandes áreas sendo:

- 1- Micromedição;
- 2- Macromedição.

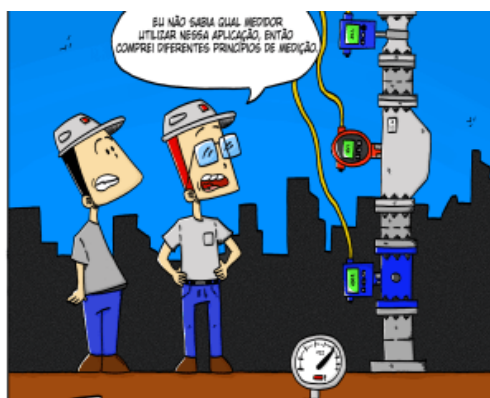
O foco deste artigo é discutirmos a Calibração x Verificação na Macromedição, logo, não trataremos aqui das particularidades da Micromedição.

Na macromedição, há diversas tecnologias que poderiam ser adotadas.

Porém, atualmente, as tecnologias mais aplicadas no mercado de saneamento são:

- 1- Medidores Mecânicos tipo Woltmann;
- 2- Medidores Eletromagnéticos tipo Carretel;
- 3- Medidores Eletromagnéticos tipo Inserção;
- 4- Medidores Ultrassônicos tipo Clamp-on;
- 5- Medidores Ultrassônicos tipo Intrusivo.
- 6- Medidores Ultrassônicos tipo Carretel.

Cada uma das tecnologias acima, possui vantagens e desvantagens em sua aplicação, mas, o que há em comum em todas elas?



Nenhum medidor elencado acima é capaz de assegurar que os erros em suas medições permaneçam constantes durante toda a sua vida útil e, por isso, se faz necessário que toda empresa de saneamento monte um plano de manutenção preventiva / preditiva, para garantir que seus medidores permaneçam medindo a vazão dentro de um erro permitido pelo fabricante ou ainda, pelo critério a ser adotado pela empresa.

Entretanto, sabe-se que o DESVIO do erro (também conhecido como DRIFT) de algumas tecnologias é menor do que de outros, mas, o fato é que ao longo do tempo, todas as tecnologias podem incorrer em DESVIOS.

Não cabe aqui discutir qual das tecnologias de medição citadas acima possui o maior DESVIO e nem o motivo desse desvio, visto não ser o propósito desse artigo.

V – Os Macromedidores devem ser Calibrados ou Verificados?

Um dos grandes problemas nas empresas de saneamento é que muitas das vezes, um medidor de vazão é instalado e seus resultados são considerados uma verdade enquanto o medidor permanecer em funcionamento.

Sabe-se que isso não é uma verdade!

Agora que temos um pouco mais de embasamento teórico sobre o que é calibração e o que é verificação, talvez o leitor esteja se perguntando:

O que devo fazer: calibrar ou verificar meu parque de Macromedidores?

Bem, acreditamos que cada pessoa ou empresa a qual façamos esta pergunta terá uma opinião diferente.

Nossa opinião é a de que para os medidores que apresentem indicadores gerenciais para as empresas de saneamento, tais como medidores aplicados na produção de água e quantificação de volumes consumidos por DMCs (Distrito de Medição e Controle), estes possam ser verificados ao invés de calibrados vez que, a simples conferência do erro de medição do equipamento seria suficiente para assegurar a empresa que aquela medição é confiável para o seu controle operacional.

Já as medições que envolvem transferência de custódia, entendemos que estes medidores devam ser calibrados, para que além do erro da medição, tenhamos condições de analisar a incerteza da medição propiciada por aquele dispositivo de medição, bem como garantir a rastreabilidade na medição junto ao SI (Sistema Internacional).

Não podemos aqui afirmar que devemos Calibrar ou Verificar este ou aquele medidor e sim estudar as condições as quais cada medidor estará submetido, montar critérios internos a fim de definir quais medidores devem ser de fato CALIBRADOS e quais poderiam ser apenas VERIFICADOS.

VI – Os Desafios da Calibração de Macromedição no Saneamento

As empresas de saneamento localizadas em grandes centros, possuem muitas tubulações de grande porte. Se utilizarmos um medidor eletromagnético do tipo carretel, em uma adutora de 800mm, por exemplo, e a empresa exigir que este seja calibrado, o desafio é:

COMO REMOVER ESTE MEDIDOR E LEVAR ATÉ UM LABORATÓRIO PARA CALIBRAÇÃO?

Está aí o grande desafio na calibração destes medidores tipo carretel de grande diâmetro vez que, o custo operacional (OPEX) para a realização desta calibração envolve:

- ✓ Retirar o medidor da linha;
- ✓ Transportar o medidor até um laboratório (ida/volta);
- ✓ Instalar o medidor em linha novamente;
- ✓ Custo da calibração;

Além dos pontos elencados acima, não podemos deixar de colocar na conta o custo da água que deixou de ser distribuída durante a etapa de remoção e instalação do medidor, podendo causar impactos financeiros e até mesmo sociais.

No nosso ponto de vista, esta operação inviabilizaria qualquer empresa de manter 100% do seu parque de medidores de grandes diâmetros com a tecnologia carretel (eletromagnético, mecânico ou ultrassônico) CALIBRADOS.

Obviamente, outras tecnologias tais como a ultrassônica clamp-on e a eletromagnética de inserção, considerando-se a facilidade de instalação e remoção destes equipamentos na linha, o custo operacional para a realização desta calibração seria DRASTICAMENTE reduzido.

Bem, e o que fazer então com os medidores tipo carretel de grande diâmetro que já estão instalados?

Em 1970, a empresa norte americana Pitometer, trouxe para o Brasil a tecnologia do tubo de Pitot para medição de vazão.

Atualmente, o Brasil é um dos únicos países no mundo a utilizar a tecnologia do tubo de Pitot para realizar medições de vazão. A anos, diversas empresas brasileiras vêm utilizando a Pitometria para verificar o seu parque de macromedição.

Pois bem, a tecnologia portátil de medição de vazão que propicia o menor erro de medição sem dúvida é a Pitometria. Isto na visão deste articulista é um fato! O erro típico da Pitometria é de 2% de medição, isto é, quando todas as premissas da Pitometria são seguidas e respeitadas (não entraremos em detalhe neste artigo sobre estas premissas).

Em 2013, a ABNT traduziu para o Brasil a norma ISO3966 e que desde então, está disponível a ABNT NBR ISO 3966, o que torna o procedimento de medição de vazão utilizando o tubo de Pitot padronizado.

Insta salientar que, o fato de haver uma padronização normativa na Pitometria, isso não assegura uma diminuição no erro intrínseco da tecnologia, ou seja, com a Pitometria, estaremos sempre limitados à um erro típico de medição em torno de 2%.

Alternativamente, há ainda a tecnologia ultrassônica clamp-on, eletromagnética de inserção, dentre outras que também poderiam ser usadas para os mesmos fins da Pitometria

Porém, como afirmamos anteriormente, a Pitometria, em nossa visão, é sem dúvida alguma a tecnologia mais confiável para este fim, motivo este que focaremos aqui a tecnologia Pitometria para esta discussão.

Nas companhias de saneamento, há um expressivo quantitativo de medidores eletromagnéticos do tipo carretel no parque de macromedidores instalados. Sabe-se que este tipo de tecnologia é uma das melhores tecnologias para se medir vazão de líquidos condutivos, por possuir uma alta estabilidade do erro da medição ao longo de sua vida útil, altíssima rangeabilidade, dentre outras características. Tipicamente, o erro de medição desta tecnologia encontra-se na ordem de 0,5% da leitura ou menor.

Dito isso, levantamos aqui uma questão: Como calibrar em campo um medidor eletromagnético carretel utilizando a Pitometria e garantir assim que o seu erro se encontra dentro do erro típico estabelecido pelo fabricante, qual seja, 0,5% da leitura?

No nosso ponto de vista, em campo, é impossível calibrarmos este tipo de medidor e garantir que seu erro de medição se encontre dentro dos limites estipulados pelo fabricante, tipicamente 0,5% da leitura para os medidores eletromagnéticos carretel, utilizando a Pitometria.



Face a afirmativa acima, não há como calibrar estes medidores em campo?

Em nenhum momento estamos afirmando que não se pode calibrar um equipamento com a Pitometria e sim que não é possível GARANTIR A EXATIDÃO de um medidor cujo erro de medição seja igual ou menor a 0,5% da leitura, como é o caso da tecnologia eletromagnética carretel que representa boa parte do parque de macromedição do nosso país.

Em nossa visão, a única forma de se calibrar estes tipos de medidores, de forma a garantir o seu erro de medição, é em bancada de calibração (portáteis ou em laboratórios físicos) pois nestas bancadas, temos como garantir que os padrões de calibração possuam erros e incertezas de medição condizentes à calibração de medidores de vazão que possuam exatidões baixas. Via de regra, na calibração, devemos usar padrões que possuam erros inferiores aos medidores (mensurando) a serem calibrados.



Cabe aqui um exemplo: Compro uma balança eletrônica digital com uma faixa de medição de 0 a 100kg com resolução de 0,1kg cujo erro estipulado pelo fabricante é de +/- 0,1% do fundo de escala, ou seja 0,1kg. Envio a balança para calibrar em um laboratório e recebo um certificado de calibração onde é apresentado:

Erro = +0,1kg;

Incerteza da medição: +/-0,2kg com fator de abrangência K=2

Preciso medir uma massa de 1kg.

Pergunta: Consigo medir esta massa?

Resposta: sim

Pergunta: Qual o erro desta medida?

Resposta: +0,1kg

Pergunta: Qual a incerteza desta medição?

Resposta: Com base no certificado apresentado, esta balança quando realiza uma medida possui uma INCERTEZA de $\pm 0,2\text{kg}$, logo, ao colocar a massa com exatos 1kg na balança, esta apresentará um valor de $1,1\text{kg}$ com uma incerteza de $\pm 0,2\text{kg}$, ou seja, o valor real apresentado pela balança, esta compreendido entre $0,9$ e $1,3\text{kg}$.

Pergunta: Esta balança é adequada para a medição de uma massa de 1kg ?

Resposta: Se o usuário aceita um erro para esta medição de 10% ($0,1\text{kg}$ em 1kg representa 10%), sim, estaria adequada porém, se o erro máximo admissível pelo usuário fosse, hipoteticamente, 1% , com certeza a referida balança não seria a mais adequada para a realização desta medida.

VII – Alternativas para manter um parque de medição confiável.

Como elencado acima, não há o certo ou o errado a ser adotado. O caminho a ser seguido dependerá muito das diretrizes adotadas por cada empresa, se houver, bem como a disponibilidade de recurso para se investir nestes processos.

Estas diretrizes começam na definição dos erros máximos admissíveis de cada ponto de medição. A escolha da tecnologia a ser usada para se medir a vazão e ainda, a definição por parte da empresa quanto aos equipamentos a serem CALIBRADOS e aqueles que devem ser VERIFICADOS.



Como afirmado no capítulo III a ISO9001 é clara ao afirmar que para garantir a confiabilidade das medições, os medidores podem ser CALIBRADOS, VERIFICADOS ou AMBOS.

A primeira diretriz que a empresa deveria traçar seria a definição de quais medidores são aplicados para transferência de custódia e quais seriam os medidores para controle operacional. Com base nesta definição, a empresa poderia então definir que os medidores aplicados em transferência de custódia, seria de fato calibrado e os demais equipamentos aplicados no controle gerencial do processo, poderiam ser apenas verificados.

Cabe aqui uma diretriz traçada por uma indústria a qual tivemos a oportunidade de gerenciar mais de 12mil medidores de diferentes grandezas durante um contrato que perdurou 11 anos e éramos os responsáveis por toda a parte de manutenção preventiva, corretiva e calibração destes instrumentos. A primeira diretriz traçada com o cliente era que somente os medidores que mediam variáveis que afetavam diretamente o produto final seriam calibrados e o erro máximo admissível na calibração seriam aqueles estipulados pelos fabricantes. Os demais medidores, seriam apenas verificados e, independentemente do erro estipulado pelo fabricante, havia uma classificação de equipamentos críticos e não críticos sendo que o erro máximo admissível após a verificação seria de 2% para os equipamentos críticos e de 5% para os equipamentos não críticos.

Tenha certeza que agindo desta forma, a empresa que já era certificada ISO9001 estava atendendo a integralidade do item 7.1.5 da norma.

Usando o exemplo acima, acreditamos que seja possível adequar estas diretrizes para as empresas de saneamento no que diz respeito a garantia da confiabilidade do seu parque de macromedição. (não estamos considerando outros setores das empresas de saneamento tais como a micromedição, a parte de medidores analíticos que estão diretamente ligado à medição da qualidade do tratamento da água e etc.)

A primeira etapa, seria a identificação dos equipamentos utilizados para o controle gerencial da empresa (produção, consumo de setores, etc) e transferência de custódia (quando estes macromedidores são utilizados para faturar a água a alguém).

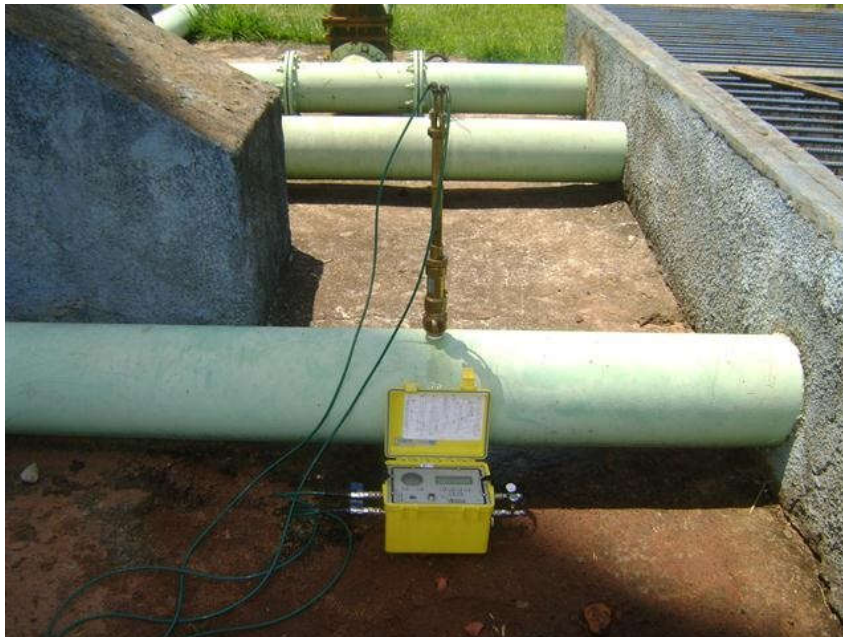
Como segunda etapa, a empresa deveria então definir quais seriam os seus critérios de erros de medição para cada um dos processos acima, bem como definir quais equipamentos deveriam ser de fato CALIBRADOS e quais deveriam ser VERIFICADOS.

Nossa sugestão ao leitor seria de que apenas equipamentos aplicados em transferência de custódia sejam de fato calibrados, preferencialmente em bancada de forma a garantirmos que estes medidores estejam medindo dentro dos erros estabelecidos pelo fabricante.

Já os equipamentos de controle de processos, medidores de saída de produção de ETAs, entradas de DMCs (Distrito de Medição e Controle) poderiam ser verificados.

E qual tecnologia utilizar para as verificações destes medidores aplicados no controle de processos?

Sem sombra de dúvidas, a Pitometria seria a melhor opção, mas, opcionalmente, o uso da tecnologia ultrassônica clamp-on ou ainda a eletromagnética de inserção seriam boas alternativas.



Como afirmado acima, os critérios de erros máximos admissíveis pelos medidores é uma decisão da empresa de saneamento, mas, cabe aqui algum comentário.

Considerando que a maioria dos macromedidores instalados nas empresas de saneamento são instalados para alimentar indicadores de produção x faturamento, ou seja, macromedidores x micromedidores, perguntamos: Qual o erro da micromedição em sua empresa?

Creemos que com base nesta resposta tenhamos melhores condições de definir os erros máximos admissíveis destes medidores.

Vamos pensar em um cenário ideal.... Um parque de micromedição com menos de 1 ano e erro de 5%. Face a esta condição, entendemos ser totalmente factível a definição dos erros admissíveis destes macromedidores estarem por volta de 3%, ou seja, após a verificação do erro do medidor em relação a pitometria deva ser igual ou menor a 3%.

Outro ponto importante a destacarmos aqui neste artigo é que uma vez definido este erro máximo admissível, às vezes a empresa possa escolher tecnologias alternativas à medidores do tipo carretel para a realização de medição de vazão em grandes diâmetros de adutoras, reduzindo substancialmente o investimento na aquisição e instalação destes medidores (CAPEX), bem como o custo operacional de manter estes medidores em atividade (OPEX).

VIII – Conclusões

O assunto escolhido neste artigo, sem dúvida alguma, é muito extenso e requer ainda mais aprofundamento técnico para que tenhamos segurança ao traçar nossas diretrizes.

Acreditamos poder contribuir, de forma simples e sucinta, com alguma informação adicional para auxiliar cada pessoa ou empresa em sua tomada de decisão, neste assunto de extrema importância nas empresas de saneamento.



Referências Bibliográficas

VIM – VOCBULÁRIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA – 1ª Edição Luso Brasileira / 2012

NBR ISO 9001 - 2015: Sistema de Gestão da Qualidade

NBR ISO/IEC 17025:2017: Requisitos Gerais para competência de Laboratórios de Calibração.

NBR ISO 3966:2013 – Medição de vazão em condutos fechados – Método velocimétrico utilizando tubos de pitot estático.