

26º. Encontro Técnico AESABESP Norma para elaboração dos Trabalhos Técnicos

Gestão da Calibração de Instrumentos de Processo um Novo Enfoque à Qualidade!

Samuel Francisco de Souza

Tecnólogo, especialista em eletrônica de potência e controle de processos, formado pela Universidade Mackenzie. Trabalhando há mais de 25 anos na área de instrumentação e controle de processos em sistemas de tratamento de esgotos. Já foi gestor de equipe de manutenção, encarregado e hoje atua na área de engenharia da manutenção da Sabesp na unidade de negócios de tratamento de esgotos da região metropolitana de São Paulo.

Endereço: Rua/Av. Betânia, 12 – Vale da Benção - Araçariguama - SP - CEP: 18147-000 - Brasil - Tel.: +55 (11) 3388-6613 - e-mail: sfsouza@sabesp.com.br

RESUMO

Aprimoramento da gestão de calibração de instrumentos de processo no tratamento de esgotos através da utilização de metodologia científica para definição do grau de criticidade dos instrumentos que monitoram e controlam a qualidade do produto final, além de aplicar metodologia baseada em cálculos estatísticos para definição de periodicidade ótima entre as calibrações, minimizando dessa forma a quantidade de instrumentos que precisam ser calibrados periodicamente sem prejudicar a qualidade do processo de tratamento de esgotos, gerando diminuição de custos de calibração, diminuição da quantidade de mão de obra especializada aplicada e facilitando a gestão do processo de calibração, tendo como resultado final uma lista mestra de instrumentos de processo.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade, aprimoramento, calibração.

INTRODUÇÃO

Buscando a melhoria contínua do processo da qualidade as unidades de tratamento de esgoto (elevatórias e estações de tratamento) tem realizando a calibração de todos seus instrumentos de processo para que através do controle e do monitoramento o produto final do tratamento, o efluente tratado, atenda a qualidade necessária para ser entregue aos clientes como água de reuso ou retorne os corpos de água. Para tal é exigido um custo significativo e uma quantidade expressiva de homens x hora aplicados ao processo de calibração, além da necessidade de paralisação das medições nos períodos em que se realizam as calibrações dos instrumentos e muitas vezes até mesmo do processo de tratamento.

A calibração de todos os instrumentos de processo sempre foi um grande desafio que gerava custos de contratação de empresas e aplicação de homens x hora no processo de calibração. Mesmo assim a metodologia aplicada não se mostrava adequada já que as auditorias do processo de qualidade encontravam não conformidades relacionadas à calibração.

Avaliando o processo o grupo da gestão de qualidade encontraram evidências apontavam que nem todos os instrumentos de fato influenciavam na qualidade do processo de tratamento, e sendo assim não precisariam ser calibrados periodicamente, porém não se conseguia provar de maneira científica. Daí surgiu a ideia de se criar uma metodologia cientificamente comprovada para definir uma “lista mestra de instrumentos” que influenciam na qualidade do processo e, por conseguinte devem ser calibrados periodicamente.

Foi buscado no mercado uma empresa com experiência e especialistas na área de metrologia e controle de processos que além de ajudar na determinação dos métodos adequados para serem adotados repassasse o

conhecimento necessário para a equipe interna que continuaria, mesmo após o período de consultoria, aplicar a metodologia.

OBJETIVO:

O objetivo principal desse trabalho é determinar quais instrumentos devem ser calibrados regularmente e qual a periodicidade de calibração necessária, facilitando a gestão do processo de calibração com a diminuição do número de instrumentos controlados e com a determinação da periodicidade ótima de calibração, dessa forma diminuindo custos e horas aplicadas ao serviço de calibração sem diminuir a qualidade do processo de tratamento.

MATERIAIS E MÉTODOS:

- Geral

A metodologia aplicada seguiu os requisitos aplicáveis das Normas ABNT NBR ISO 9001 e ABNT NBR ISO 10012, ou seja, os equipamentos sujeitos à calibração são aqueles cujos parâmetros físicos de funcionamento interferiram diretamente na qualidade do produto ou serviço.

Na calibração de um sistema, calibra-se o instrumento de medição responsável pela grandeza ou pelas grandezas de controle.

Para o controle efetivo das calibrações, é necessária a elaboração de um Plano de Calibração, que deverá ser atualizado anualmente.

O Plano Anual de Calibração deverá contemplar, no mínimo, os seguintes itens:

Área usuária; Descrição do equipamento; Identificação do equipamento; Grandeza (s) que deve (m) ser calibrada (s); Pontos ou faixas da (s) grandeza (s) que deve (m) ser calibrada (s); Desvio máximo do processo; Desvio máximo admissível por ponto ou faixa; e Critério ou Periodicidade de calibração.

Recomenda-se que os equipamentos sujeitos à calibração sejam identificados com uma etiqueta informando as datas da última e da próxima calibração, conforme o cronograma. Caso este controle não seja possível, o serviço deve possuir outra forma de registro que permita o controle de forma simples e clara pelos usuários.

As grandezas que devem ser calibradas, os pontos ou as faixas e os desvios de processo deverão ser definidos pela área usuária para o planejamento das calibrações pelo gestor de equipamentos.

O desvio máximo admissível das grandezas será definido pela Gestão de Equipamentos com base no desvio do processo definido pela área usuária e com base nas características do equipamento.

A periodicidade de calibração deverá ser definida a partir de informações dos manuais, do fabricante, do histórico, da fórmula matemática, das recomendações de normas técnicas, das experiências de outros serviços similares e outros.

O gestor de equipamentos deverá analisar os resultados das calibrações, comparando-os com os desvios máximos admitidos para o equipamento ou sistema, atestando sua conformidade ou não conformidade e, se necessário, alterando as periodicidades com base em métodos para ajuste de intervalos de calibração (ex.: anualmente ou ajustável pelo método de Schumacher) ou deverá tomar as providências necessárias conforme o caso.

A análise dos resultados deverá ser documentada e anexada ao certificado.

- Reformulação proposta ao Plano de Calibração das ETES MT/ Sabesp

Considerando as definições, recomendações e métricas de gestão de equipamentos constantes na literatura e aplicáveis aos processos de medição e controle das ETES da MT- Sabesp, foi sugerida a reformulação do Procedimento Operacional de Calibração e/ ou Verificação de Instrumentos na MT vinculado ao Procedimento Empresarial Gestão de Calibração – PE-CQ0001. As principais alterações sugeridas são relativas a:

Adequação da terminologia;

Alteração dos critérios de criticidade dos instrumentos, que afetam a elegibilidade de um instrumento para a lista mestra de calibração;
Estabelecimento de critérios de aceitação dos instrumentos e equipamentos objeto de calibração;
Alteração do entendimento entre verificação, manutenção preventiva e calibração;
Introdução do conceito de periodicidade variável em função do histórico de desempenho do instrumento, acumulado nos dois últimos anos (critério de Schumacher);
Todas as sugestões apresentadas foram divulgadas durante o treinamento.

- Software de gestão de limites e de periodicidade

Com base nas alterações no Procedimento Institucional anteriormente descritas, e para facilitar a sua implementação prática, foram desenvolvidos softwares em plataforma Excel.

Este software visa facilitar o processo decisório de validação metrológica do instrumental, reduzindo riscos de erros do tipo I e do tipo II (falsa aceitação ou falsa rejeição). O software também torna extremamente simples a implementação prática dos critérios estatísticos de Schumacher no estabelecimento da periodicidade ótima de calibração do citado instrumental. Foram desenvolvidas planilhas para contemplar as seguintes famílias de instrumentos:

Medidores de pressão;
Manômetros;
Pressostatos;
Válvulas;
Medidores de Vazão;
Medidores de Nível;
Medidores de Cloro Residual;
Medidores de Pressão;
Medidores de Temperatura e
Analisadores de Processo.

- Especificação técnica dos serviços de calibração

Para aqueles equipamentos constantes da lista mestra de calibração, definidos em função de sua criticidade ao processo, devem ser observadas as seguintes especificações mínimas no processo de contratação de serviços de calibração, para atendimento aos requisitos da norma ABNT NBR ISO 9001:2008

- Habilitação Técnica:

Em ordem de importância, o fornecedor deve evidenciar sua competência técnica na prestação dos serviços requeridos, respaldada em:

Ser acreditado pela Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou dispor de certificação de conformidade aos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 emitido por Rede Metrológica Estadual ou utilizar padrões rastreáveis a padrões de medições internacionais ou nacionais ou ser formalmente autorizada pelo fabricante do Equipamento para execução das atividades de calibração em objeto.

Adicionalmente, o fornecedor deverá comprovar que sua Capacidade de Medição e Calibração (CMC, menor incerteza que o laboratório pode obter em condições aproximadamente rotineiras) é, pelo menos, 4 vezes inferior que os limites de erro máximo estabelecido para cada equipamento, em cada ponto. A relação nominal de exatidão entre os padrões empregados na calibração e os equipamentos da SABESP (TAR – Test Accuracy Rate) deverá ser melhor que 3 (idealmente 4).

Caso o equipamento seja utilizado por laboratório de ensaio da Sabesp acreditado pela Cgcre, os serviços de calibração somente poderão ser providos por laboratórios acreditados (pertencentes a RBC).

- Execução Dos Serviços:

Ficou definido que para execução dos serviços quando se tratar de laboratório acreditado (RBC), as calibrações deverão ser executadas no escopo da acreditação do laboratório.

Os certificados de calibração deverão ser emitidos em cópia assinada/mídia e atender aos requisitos mínimos estabelecidos a seguir: Identificação do certificado (nome e endereço da entidade emissora, número do certificado em todas as páginas, data de emissão); Identificação do instrumento/equipamento (designação ou descrição, código ou número de série, conforme aplicável); Data da calibração; Pontos de calibração (no mínimo 3 por faixa); Valores indicados pelo instrumento sob calibração e valores indicados pelo padrão, erro e desvio de medição ou desvio ponto a ponto com a unidade de medida; Identificação do procedimento de calibração (número, referência, referência bibliográfica ou descrição sucinta, conforme aplicável); Identificação dos padrões utilizados (descrição, código, no. de série, etc., conforme aplicável); Rastreabilidade dos padrões utilizados (discriminação do certificado e data de calibração, validade etc., conforme aplicável); Referência às condições ambientais da calibração, se relevantes; Incerteza de medição expandida da calibração e o valor do fator de abrangência (k), ponto a ponto, para um nível de confiança de 95%; Para laboratórios não acreditados, resumo com a metodologia empregada para o cálculo da incerteza da medição, quando aplicável; Detalhes de manutenção e limites de uso, quando aplicável; Identificação do responsável pelo certificado.

Quando o instrumento for ajustado, devem ser relatados os resultados das calibrações realizadas antes e depois do ajuste.

No certificado de calibração não deve constar a data da próxima calibração ou validade da calibração.

No certificado não deve constar conclusão sobre o estado operacional do equipamento.

Quando o laboratório não for acreditado (RBC) ou a calibração for realizada fora do seu escopo de acreditação, enviar cópia dos certificados dos padrões utilizados na calibração junto com o certificado de calibração.

Quando for feita uma declaração de conformidade, a incerteza de medição da calibração deverá ser considerada.

- Requisitos Adicionais Sugeridos

O laboratório deverá processar os resultados da calibração de acordo com os critérios de aceitação do equipamento estabelecidos pela Sabesp, verificando a sua conformidade.

Caberá ao laboratório adotar o critério de periodicidade de calibração estabelecido pela Sabesp e recomendar a nova data, que poderá ou não ser efetivamente adotada pela Sabesp.

Além dos certificados de calibração, a empresa contratada também será responsável pela inserção dos resultados da calibração nas planilhas de controle da Sabesp, que manterá controle sobre a sua atualização e correspondência com os valores efetivamente relatados nos respectivos certificados.

RESULTADOS:

Em conjunto com a consultoria foram realizadas diversas visitas às áreas de tratamento de esgotos levantando as prioridades do tratamento e realizado o levantamento da lista dos instrumentos de processo das estações de tratamento de esgoto do sistema principal (ETE's ABC, Barueri, Parque Novo Mundo, São Miguel e Suzano), das estações de tratamento de esgoto dos sistemas isolados e das estações elevatórias de esgoto.

Para definição da metodologia foram levadas em consideração a norma ABNT NBR ISO 10012 – Sistemas de gestão da medição e a norma ABNT NBR ISO 9001:2008 – Sistemas de Gestão da Qualidade.

Com os dados em mãos foi desenvolvido um método de avaliação da criticidade dos instrumentos em função do processo de tratamento (figura 1) de forma a definir quais instrumentos tem influencia direta na qualidade do produto final. Assim foi criada uma tabela onde com

Regra para Definição de Instrumentos que Necessitam de Calibração			
É Instrumento de Medição?			
Não		Sim	
Alguma norma ou legislação exige calibração?		O erro da medição causa "Não Conformidade" do produto? ou Alguma norma ou legislação exige calibração?	
Não	Sim	Não	Sim
Não Calibra	Calibra	Não Calibra	Calibra

Figura 1: definição de instrumentos que necessitam de calibração

A consultoria também apresentou alguns métodos estatísticos para determinação da periodicidade ótima de calibração, sendo que foi escolhida uma metodologia conhecida como “Matriz de Schumacher”, por ser simples e utilizar software de uso conhecido (Excel) atendendo as necessidades do processo de tratamento (figuras 2, 3 e 4).

Análise dos resultados

VR	VM Pen_Cert	Erro	U	TMA	Status
[m ³]	[m ³]	[%]	[%]	[%]	[-]
4533,8	4490	-0,97	0,54	10	ok
9179	9085	-1,02	0,54	10	ok
10198	10100	-0,96	0,54	10	ok

TMA = TOLERÂNCIA MÁXIMA ADMISSÍVEL

Figura 2: “Matriz de Schumacher” Etapa 1 - Histórico e status de calibração

Codificação da calibração			Indicador de ação							
Penúltima	Última	Atual	p	m	d	m*	d*	*	#	-
1	1	0	-	-	-	-	-	-	x	-

Figura 3: “Matriz de Schumacher” Etapa 2 - Codificação e Indicador de ação

Último intervalo	Indicador de ação		
	p	m	d
Novo Intervalo			
5	10	+	+
10	15	5	5
15	20	10	10
20	30	10	15
25	35	15	20
30	45	15	25
35	50	20	30
40	60	20	35
50	75	25	45
60	75	30	50
75	100*	40	50
100	150*	50	50
150	200*	50	50
200	200	50	50

Figura 4: “Matriz de Schumacher” - Etapa 3 Ajuste do intervalo de calibração

Com a aplicação do método de avaliação de criticidade conseguiu-se um excelente resultado:

No levantamento foram identificados 1.839 instrumentos de processo que foram devidamente catalogados em planilhas (figura 5). Todos os instrumentos eram calibrados anualmente a um custo estimado de R\$800.000,00/ ano, com a aplicação da metodologia essa lista de instrumento foi reduzida para 414 instrumentos com, um custo estimado de calibração de R\$ 302.000,00/ano, ou seja, uma redução anual de R\$498.000,00. Não se conseguiu realizar um levantamento da quantidade de homem x hora que foi reduzida, mas sabe-se que é bem significativa.

Lista Mestra de Instrumentos Sistema XXX●Nomenclatura - Gestão:				
C: Gestão de Calibração				
V: Gestão de Verificação				
Nomenclatura - Gestão:				
C: Gestão de Calibração				
V: Gestão de Verificação				
ETE XXX				
Instrumento	Gestão	TAG	Quantidade	Observação
Medidor de Vazão	C	FT-21011 (FT-365)	1	
Medidor de Vazão	C	FT-21031 (FT-365A)	1	
Medidor de Nível	V	LT-21011	1	
"	"	"	"	

Figura 5: Exemplo de Lista de Instrumentos Críticos (lista Mestra de Instrumentos)

Embora atualmente a periodicidade de calibração de instrumentos é quase 100% anual, a matriz de Schumacher será aplicada a partir do próximo ciclo de calibração e espera-se com isso ampliar a periodicidade de calibração dos instrumentos para até 24 meses dependendo do instrumento. Isso também irá impactar nos custos de calibração e principalmente na disponibilidade dos instrumentos e mão de obra.

Em paralelo com a definição das metodologias toda equipe de calibração interna passou por reciclagem técnica, onde foram treinados por um instrutor da empresa de consultoria, nesse treinamento foram repassados todos os métodos e conhecimentos necessários para implantação do novo processo de calibração.

Os instrumentos que foram retirados da lista de instrumentos da gestão de calibração estão dentro de um programa de manutenção preventiva periódica. Assim, todos os instrumentos passaram por verificações menos rigorosas que o processo de calibração, dessa forma fica garantida a confiabilidade do sistema de medição e controle mesmo dos instrumentos que não são críticos ao processo.

Também como resultado foi gerada uma nova versão do documento de qualidade PO-MU0137 Procedimento Operacional de Calibração e/ ou Verificação de Instrumentos. Onde ficou claro os passos a serem trilhados para garantir a qualidade e a aplicação da norma ISO 9011-2008.

CONCLUSÃO

A aplicação do método para definição de instrumentos críticos para o processo, ou seja, aqueles que necessitam ser calibrados regularmente mostrou-se eficiente trazendo uma significativa diminuição no número de instrumentos que estão dentro da gestão de calibração e com isso diminuindo custos e homens x hora aplicados.

Não houve diminuição da qualidade do processo de tratamento e nem houve qualquer aumento no risco de surgimento de produto não conforme.

Houve uma melhora significativa no controle qualitativo dos instrumentos de processo críticos para o processo do tratamento.

O custo da consultoria foi de R\$87.000,00 levando em conta a estimativa de redução de custos de R\$302.000,00/ ano (R\$25.000,00/mês). O investimento se pagou em aproximadamente 04 meses.

RECOMENDAÇÕES

Essa metodologia foi aplicada em todas as unidades de tratamento de esgotos da região metropolitana de São Paulo, porém deve-se ter muita atenção na escolha do método a ser utilizado para que o processo não venha a ter diminuição na qualidade.

É recomendado o apoio de uma consultoria especializada e que a aplicação de qualquer metodologia escolhida seja realizada com bastante critério e com um acompanhamento bem próximo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012), aprovado pela Portaria Inmetro n.º 232, de 08 de maio de 2012,
2. Norma ABNT NBR ISO 10012 – Sistemas de gestão da medição – Requisitos para os processos de medição e equipamento de medição,
3. “Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments”
4. Guidance ILAC-G24 International OIML D 10 series - Edition 2007 (E) document
5. Establishing and Adjustment of Calibration Intervals; NCSL Recommended Practice RP-1, 1996
6. Systematic Measurement Errors - Rolf B F Schumacher; ROCKWELL INTERNATIONAL ANAHEIM CALIF AUTONETICS GROUP; Ft. Belvoir Defense Technical Information Center JAN 1977; Rockwell International Cooperation (Procedure &E-3.2, 30/06/1985)
7. Norma ISO 8258:1991 – Shewhart Control Charts
8. Godfrey, James. Air Force Metrology & Calibration Policy on Part Number Calibration Interval Analysis by Exponential Probability Distribution, Aerospace Guidance and Metrology Center, jun 1984.
9. NCSL, National Conference of Standards Laboratories, "Establishment and Adjustment of Calibration Intervals", Recommended Practice n.º 1, november 1989.
10. Norme Européenne, EN45001, Critères Généraux Concernant le Fonctionnement de Laboratoires d'Essais, mai 1990.
11. Rede de Tecnologia do Rio De Janeiro – RTRJ. Manual da Qualidade para Laboratório, Rio de Janeiro: Inmetro, 1991.
12. TAMS, Technical Requirements for Calibration Interval Establishment for Test and Monitoring Systems, Navy Metrology Engineering Center, California: jan.1986.
13. Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos Gerais para a competência de laboratórios de Calibração e Ensaio.
14. Montgomery, D. C.: Introduction to Statistical Quality Control - John Wiley & Sons, 4th ed., 2000
15. Methods of reviewing calibration intervals - Electrical Quality Assurance Directorate Procurement Executive, Ministry of Defense - United Kingdom (1973)
16. Pau, L.F.: Périodicité des Calibrations - Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1978
17. Garfield, F.M.: Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories - AOAC Int., 3rd Edition, 2000
18. Lepek, A.: Software for the prediction of measurement standards - NCSL International Conference, 2001
19. Norma ABNT NBR ISO 9001:2008 Versão Corrigida:2009 - Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.
20. Norma ABNT ISO/TR 10017:2005 - Guia sobre técnicas estatísticas para a ABNT NBR ISO 9001:2000.