

ETMV ENCONTRO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE VAZÃO

**NA ÁREA DE SANEAMENTO
2025**

TEMA

A gestão da base de ativo como ferramenta na confiabilidade da macromedição

Valter de Souza Lucas Junior



**GOVERNO
DE MINAS**

AQUI O TREM
PROSPERA.

27/08/2025

Balanço Hídrico segundo a metodologia da *International Water Association - IWA*

O Balanço Hídrico pode ser entendido como a contabilização das entradas e saídas de água de um determinado sistema.

Componentes do Balanço Hídrico *IWA*:

- **Água fornecida ao sistema:** Volume total de água introduzido no sistema.
- **Consumo autorizado:** Água utilizada por consumidores, incluindo uso doméstico, comercial e industrial.
- **Perdas de água:** Diferença entre a água fornecida e o consumo autorizado, dividida em perdas reais e aparentes.
- **Consumo faturado:** Água cobrada dos consumidores.
- **Consumo não faturado:** Água utilizada, mas não cobrada, como em usos legítimos (ex: abastecimento de hidrantes).



CALIBRAÇÃO DOS MACROMEDIDORES

Operação que estabelece:

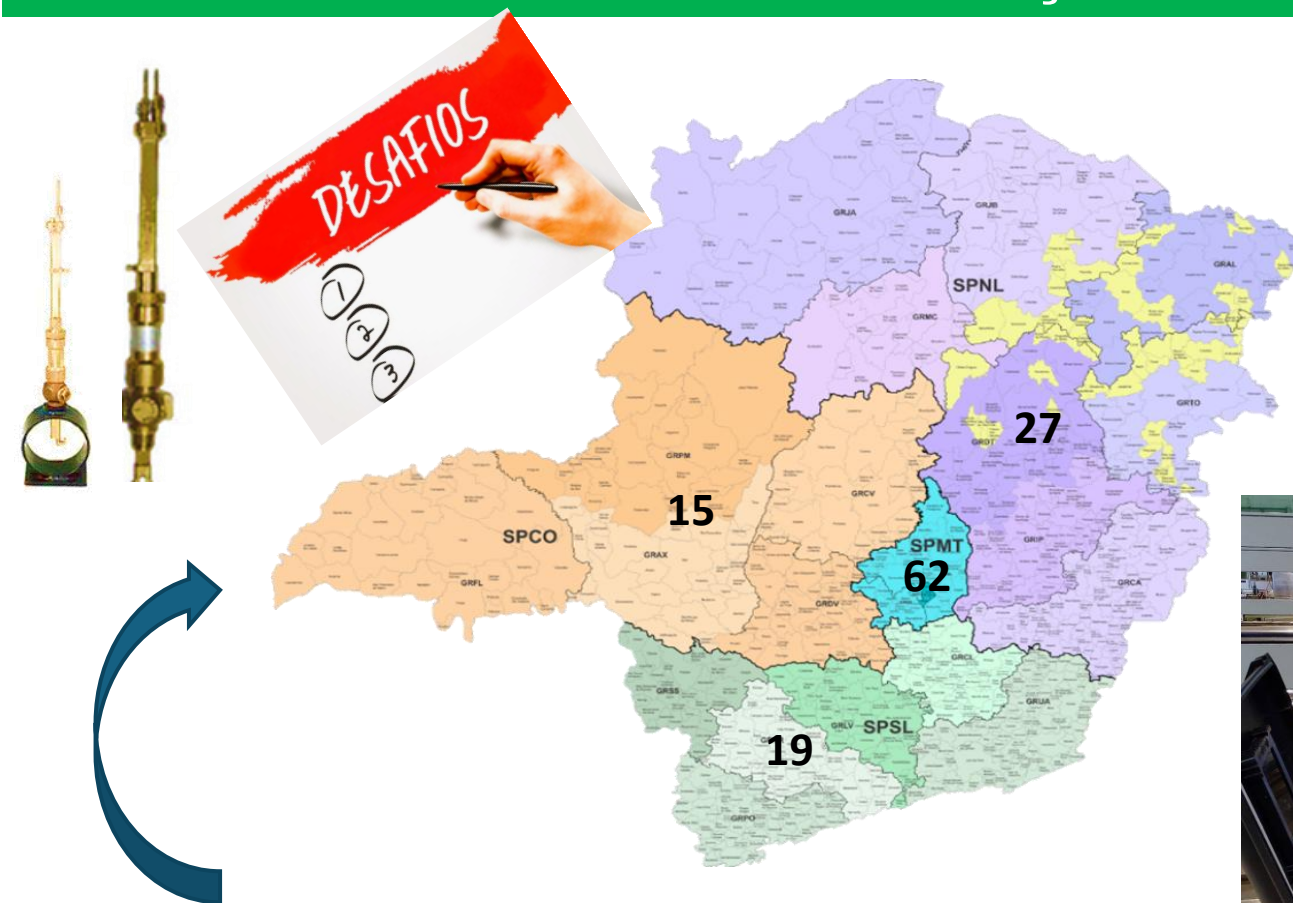
1ª Etapa: a relação entre os **valores** e as **incertezas de medição** fornecidos por **padrões** e as **indicações** correspondentes com as incertezas associadas;

2ª Etapa: Usa informação para estabelecer relação visando à obtenção do **resultado de medição** a partir da indicação.

Calibração: Comparação com um padrão que tem objetivo de avaliar o desempenho do equipamento e registrar as informações com certificado de calibração.

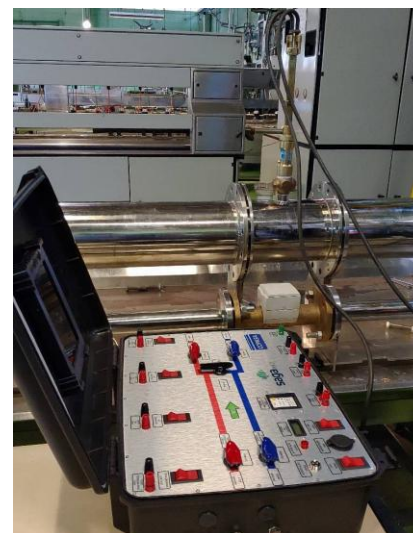
- ✓ Não confundir **CALIBRAÇÃO** com o **AJUSTE DO SISTEMA DE MEDIÇÃO**;
- ✓ Frequentemente denominado impropriamente de “**AUTO-CALIBRAÇÃO**” ou “**VERIFICAÇÃO DA CALIBRAÇÃO**”.

INSTRUMENTOS PARA CALIBRAÇÃO DOS MACROMEDIDORES DESCENTRALIZAÇÃO DE EQUIPES E EQUIPAMENTOS



DISTRIBUIÇÃO TUBO PITOT POR SUPERINTENDÊNCIA

TÉCNICOS DE PITOMETRIA	
EQUIPE DE GESTÃO E APOIO TÉCNICO - GNHP	4
SUPERINTENDÊNCIA SUL - SPSL	6
SUPERINTENDÊNCIA CENTRO OESTE - SPCO	7
SUPERINTENDÊNCIA METROPOLITANA - SPMT	19
SUPERINTENDÊNCIA NORTE LESTE - SPNL	15



MÓDULO DE CALIBRAÇÃO	
EQUIPE DE GESTÃO E APOIO TÉCNICO - GNHP	2
SUPERINTENDÊNCIA SUL - SPSL	6
SUPERINTENDÊNCIA CENTRO OESTE - SPCO	7
SUPERINTENDÊNCIA METROPOLITANA - SPMT	12
SUPERINTENDÊNCIA NORTE LESTE - SPNL	10
TOTAL	37

DISTRIBUIÇÃO – MACROMEDIÇÃO POR TECNOLOGIA E DIÂMETRO

Volume
medido / mês

92.744.384

Volume distribuído

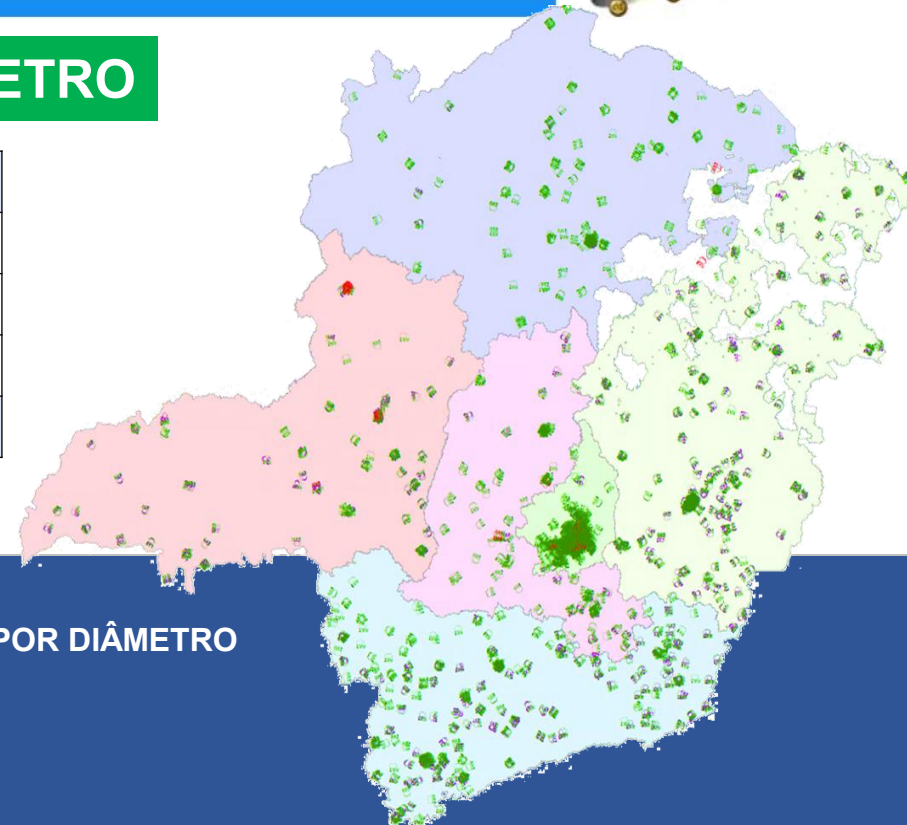
Porcentagem
Volume
medido
99,9%



MACROMEDIDORES NA DISTRIBUIÇÃO

MEDIDOR ULTRASSÔNICO	1690
MEDIDOR ELETROMAGNÉTICO	1240
MEDIDOR MECÂNICO	500
TOTAL	3430

DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MACROMEDIÇÃO POR DIÂMETRO



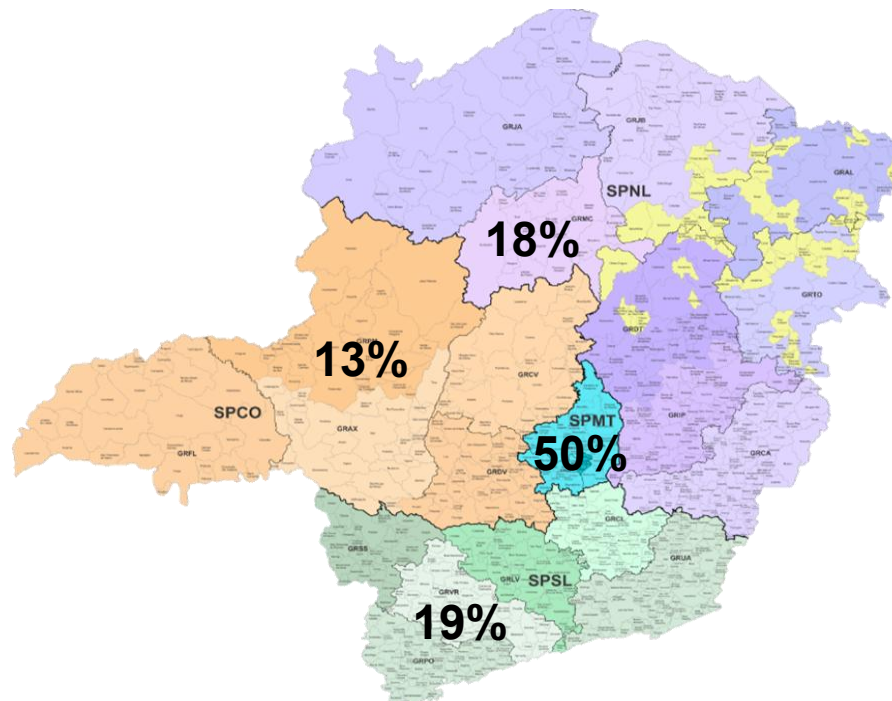
DISTRIBUIÇÃO DE VOLUME – MACROMEDIÇÃO (m³)

Volume distribuído

Porcentagem
Volume
medido
99,9%



COPASA		%
SUPERINTENDÊNCIA CENTRO OESTE - SPCO	11.650.852	13%
SUPERINTENDÊNCIA METROPOLITANA - SPMT	46.656.329	50%
SUPERINTENDÊNCIA NORTE LESTE - SPNL	16.878.318	18%
SUPERINTENDÊNCIA SUL - SPSL	17.558.885	19%



MANUAL DA PRÁTICA – MAP – CALIBRAÇÃO DE MACROMEDIDORES DA COPASA

Periodicidade de Calibração de Macromedidor		Local de Calibração
DN (50/80/100)	3 anos	Laboratório
$150 \leq \text{DN} \leq 250$	2 anos	Laboratório e campo
$250 < \text{DN} < 600$	1 anos	Campo
$\text{DN} \geq 600$	6 meses	Campo

Faixa de DN	Erros máximos admissíveis do ensaio em campo	Incerteza admissível do ensaio em campo
$150 \leq \text{DN} \leq 250$	$\pm 5\%$	5%
$250 < \text{DN} < 600$	$\pm 4\%$	4%
$\text{DN} \geq 600$	$\pm 3\%$	3%

	MANUAL DA PRÁTICA	MAP-DRC-019/1	
	CALIBRAÇÃO DE MACROMEDIDORES	Vinculação	DTE/SPDE/USHP

6.4 A calibração de macromedidores deve obedecer a periodicidade estabelecida na Tabela 1.

Faixa de DN	Periodicidade
$\text{DN} < 150$	3 anos
$150 \leq \text{DN} \leq 250$	2 anos
$250 < \text{DN} < 600$	1 ano
$\text{DN} \geq 600$	6 meses

Tabela 1: Periodicidade máxima da calibração de macromedidores

6.5 A calibração em campo deve ser precedida por inspeção da EPT, da EMM e do macromedidor sob ensaio, conforme definido no procedimento operacional POP-DRM-038/0.

6.6 No ensaio de calibração em campo é recomendado que a vazão do fluxo de água seja mantida constante durante todo procedimento do mapeamento pitométrico.

6.7 Caso ocorra variação da vazão deve ser realizado, com antecedência, o registro dos comportamentos hidráulico e piezométrico da EPT e do macromedidor, simultaneamente, no mínimo por 24 horas, para permitir a escolha do período de menor variação da vazão.

6.8 O erro de indicação do macromedidor no ensaio realizado em campo deve atender os limites estabelecidos na tabela 2.

6.9 A incerteza do processo de calibração do macromedidor no ensaio realizado em campo deve atender os valores estabelecidos na tabela 2.

Faixa de DN	Erros máximos admissíveis	Incerteza admissível
$150 \leq \text{DN} \leq 250$	$\pm 5\%$	5%
$250 < \text{DN} < 600$	$\pm 4\%$	4%
$\text{DN} \geq 600$	$\pm 3\%$	3%

Tabela 2: Erros de indicação e incertezas admissíveis no ensaio realizado em campo

RESULTADO COMPARATIVO DE ENSAIO DE CALIBRAÇÃO

RELATÓRIO DE VAZÃO POR MAPEAMENTO PITOMÉTRICO

Relatório para determinação da vazão por mapeamento pitométrico - referência: ISO 3966/2008

Método do mapeamento com hipótese de distribuição "log normal" em 11 pontos, um traverse vertical

Elaborado por

Robertinho Borges de

28/06/2022 11:12:31

DN = 400

RELATÓRIO DE VAZÃO POR MAPEAMENTO PITOMÉTRICO

Relatório para determinação da vazão por mapeamento pitométrico - referência: ISO 3966/2008

Método do mapeamento com hipótese de distribuição "log normal" em 11 pontos, um traverse vertical

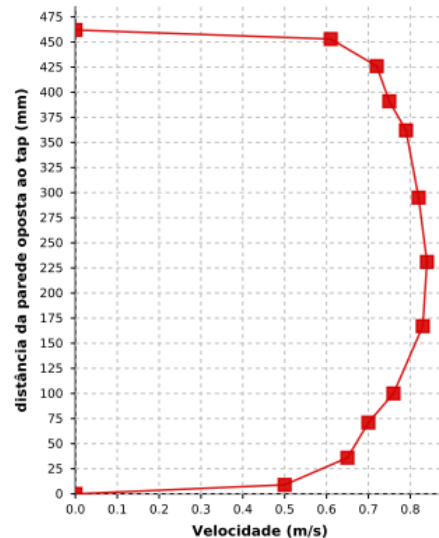
Elaborado por

Robertinho Borges de

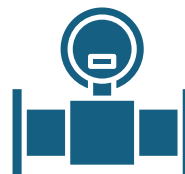
28/06/2022 11:12:31

Traverse Vertical

posição (y/D)	distância corrigida (mm)	distância da parede inferior (y) (mm)	velocidade (m/s)	velocidade corrigida (m/s)	velocidade Pitot (m/s)
1.00	459.60	462.00	0.00	0.00	0.00
0.98	450.82	453.22	0.61	0.61	0.61
0.92	424.03	426.43	0.72	0.72	0.72
0.85	388.91	391.31	0.75	0.75	0.75
0.78	359.35	361.75	0.80	0.79	0.79
0.64	292.82	295.22	0.82	0.82	0.82
0.50	228.60	231.00	0.85	0.84	0.84
0.36	164.38	166.78	0.85	0.83	0.83
0.22	97.85	100.25	0.78	0.76	0.76
0.15	68.29	70.69	0.71	0.70	0.70
0.08	33.17	35.57	0.66	0.65	0.65
0.02	6.38	8.78	0.51	0.50	0.50
0.00	-2.40	0.00	0.00	0.00	0.00



—■— Velocidade Corrigida



Velocidade (m/s)				
médida vertical	central	FVV	FVV_1	FVV_2
0.712	0.842	0.847	0.875	0.818

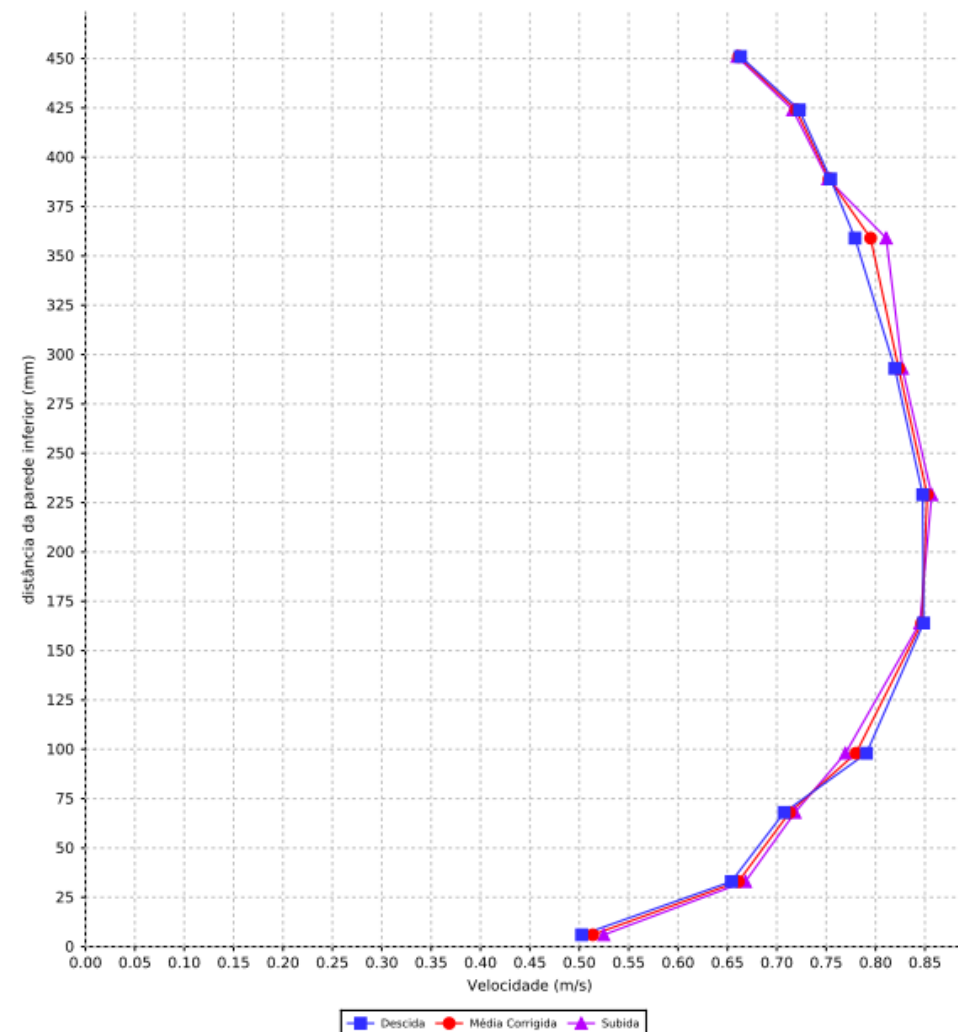
Vazão Pitot (L/s)			Vazão Medidor (L/s)		
valor	incerteza		valor	erro de indicação	
119.40	4.00	3.35%	142.92	23.52	19.70%

KC:	0.141906
Velocidade Instantânea (L/s):	119.43
Média da pressão do medidor manométrico (mca):	0
Média de vazão no ponto central (L/s):	0.00

Observação(ões):

ERRO

+ 19,70 %



RESULTADO COMPARATIVO DE ENSAIO DE CALIBRAÇÃO

RELATÓRIO DE VAZÃO POR MAPEAMENTO PITOMÉTRICO

Relatório para determinação da vazão por mapeamento pitométrico - referência: ISO 3966/2008

Método do mapeamento com hipótese de distribuição "log normal" em 11 pontos, um traverse vertical

Elaborado por

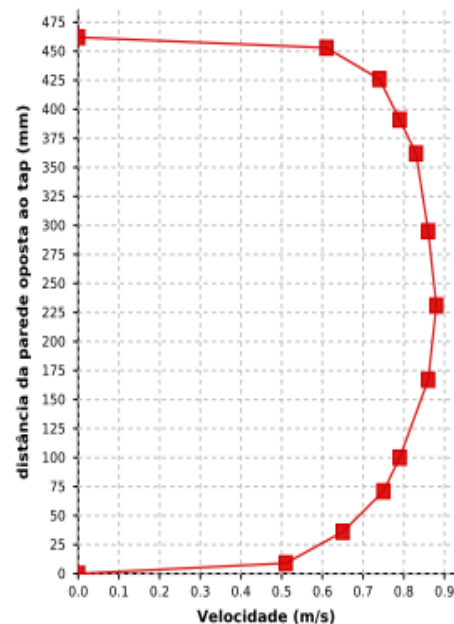
Robertinho Borges de

28/06/2022 14:24:29

DN = 400

Traverse Vertical

posição (y/D)	distância corrigida (mm)	distância da parede inferior (y) (mm)	velocidade (m/s)	velocidade corrigida (m/s)	velocidade corrigida Pitot (m/s)
1.00	459.60	462.00	0.00	0.00	0.00
0.98	450.82	453.22	0.62	0.61	0.61
0.92	424.03	426.43	0.75	0.74	0.74
0.85	388.91	391.31	0.79	0.79	0.79
0.78	359.35	361.75	0.83	0.83	0.83
0.64	292.82	295.22	0.87	0.86	0.86
0.50	228.60	231.00	0.89	0.88	0.88
0.36	164.38	166.78	0.87	0.86	0.86
0.22	97.85	100.25	0.81	0.79	0.79
0.15	68.29	70.69	0.76	0.75	0.75
0.08	33.17	35.57	0.67	0.65	0.65
0.02	6.38	8.78	0.53	0.51	0.51
0.00	-2.40	0.00	0.00	0.00	0.00



■ Velocidade Corrigida

Velocidade (m/s)				
médida vertical	central	FVV	FVV_1	FVV_2
0.740	0.879	0.842	0.874	0.810

Vazão Pitot (L/s)			Vazão Medidor (L/s)		
valor	incerteza		valor	erro de indicação	
124.10	3.60	2.90%	121.21	-2.89	-2.33%

ERRO

-2,33 %

RELATÓRIO DE VAZÃO POR MAPEAMENTO PITOMÉTRICO

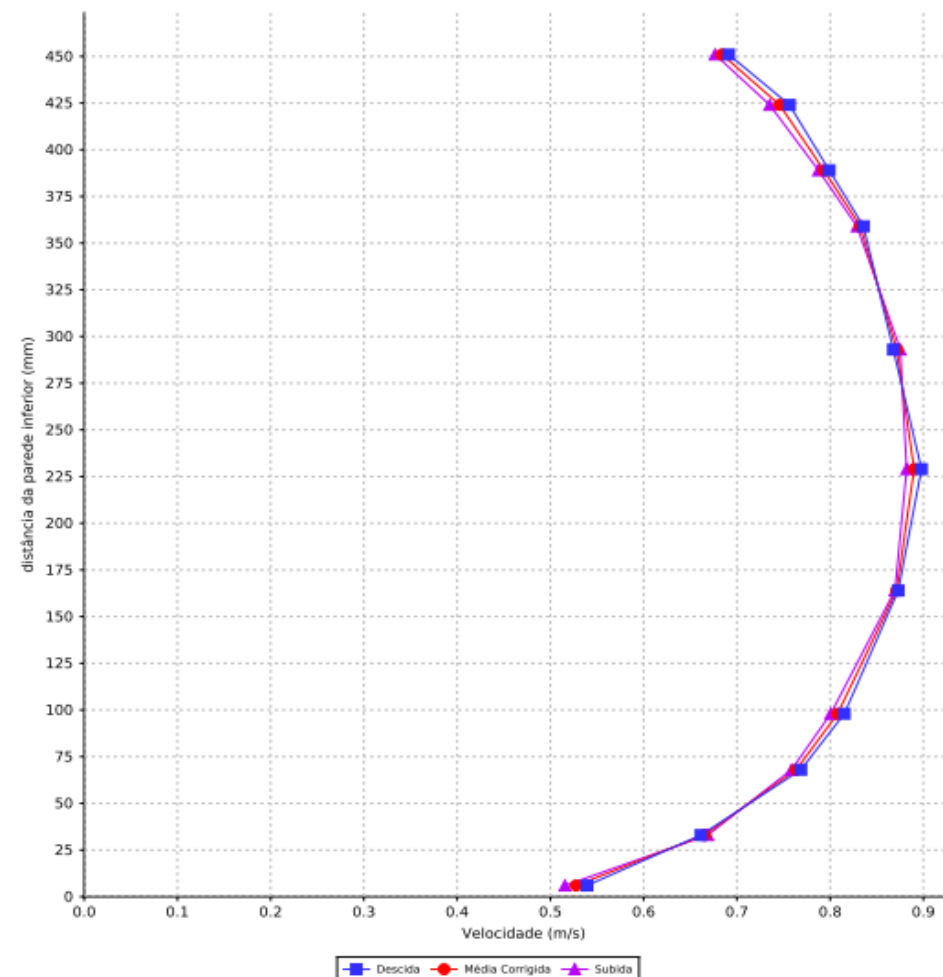
Relatório para determinação da vazão por mapeamento pitométrico - referência: ISO 3966/2008

Método do mapeamento com hipótese de distribuição "log normal" em 11 pontos, um traverse vertical

Elaborado por

Robertinho Borges de

28/06/2022 14:24:29

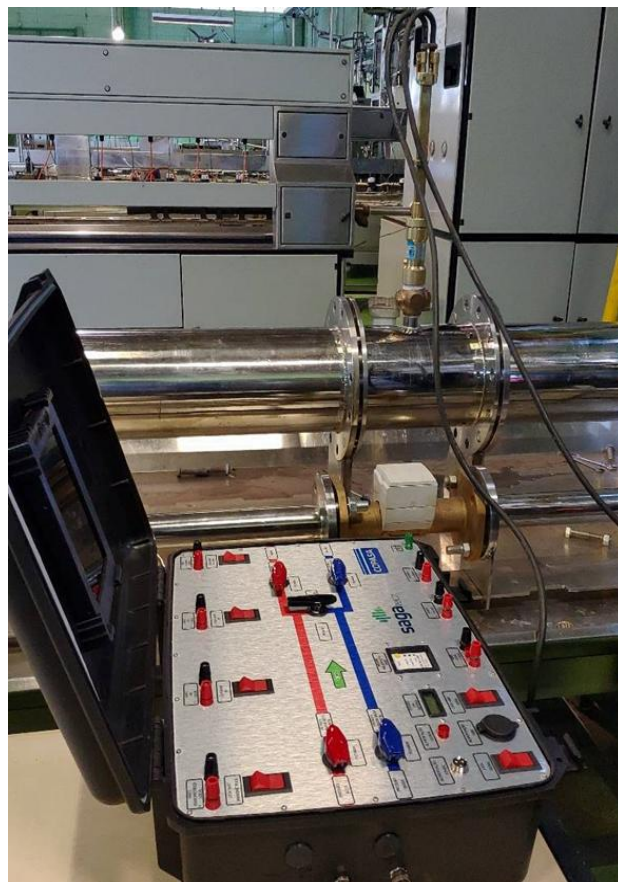


DESAFIOS E FATORES QUE AFETAM A CONFIABILIDADE



- A precisão e a confiabilidade dependem da manutenção periódica. Importante implementar rotinas de verificação e auditoria contínuas.
- Localização dos pontos de medição: erros por instalação inadequada.
- Qualidade dos dados: interferências, falhas de leitura, registros manuais.
- Tecnologia e dimensionamento empregados: medidores ultrassônicos, eletromagnéticos, etc.
- Pequenas diferenças na orientação do *pitot* e seu alinhamento podem afetar significativamente o coeficiente de calibração e a precisão da medição.

APERFEIÇOAMENTO DAS CALIBRAÇÕES DE MEDIDORES DE FORMA ÁGIL E CONFIÁVEL, SEGUINDO AS ORIENTAÇÕES DA ABNT NBR ISO 3966



AÇÕES EM ANDAMENTO



- Telemedição com acompanhamento on-line das medições dos macromedidores no Centro de Monitoramento de Volume – CMV.

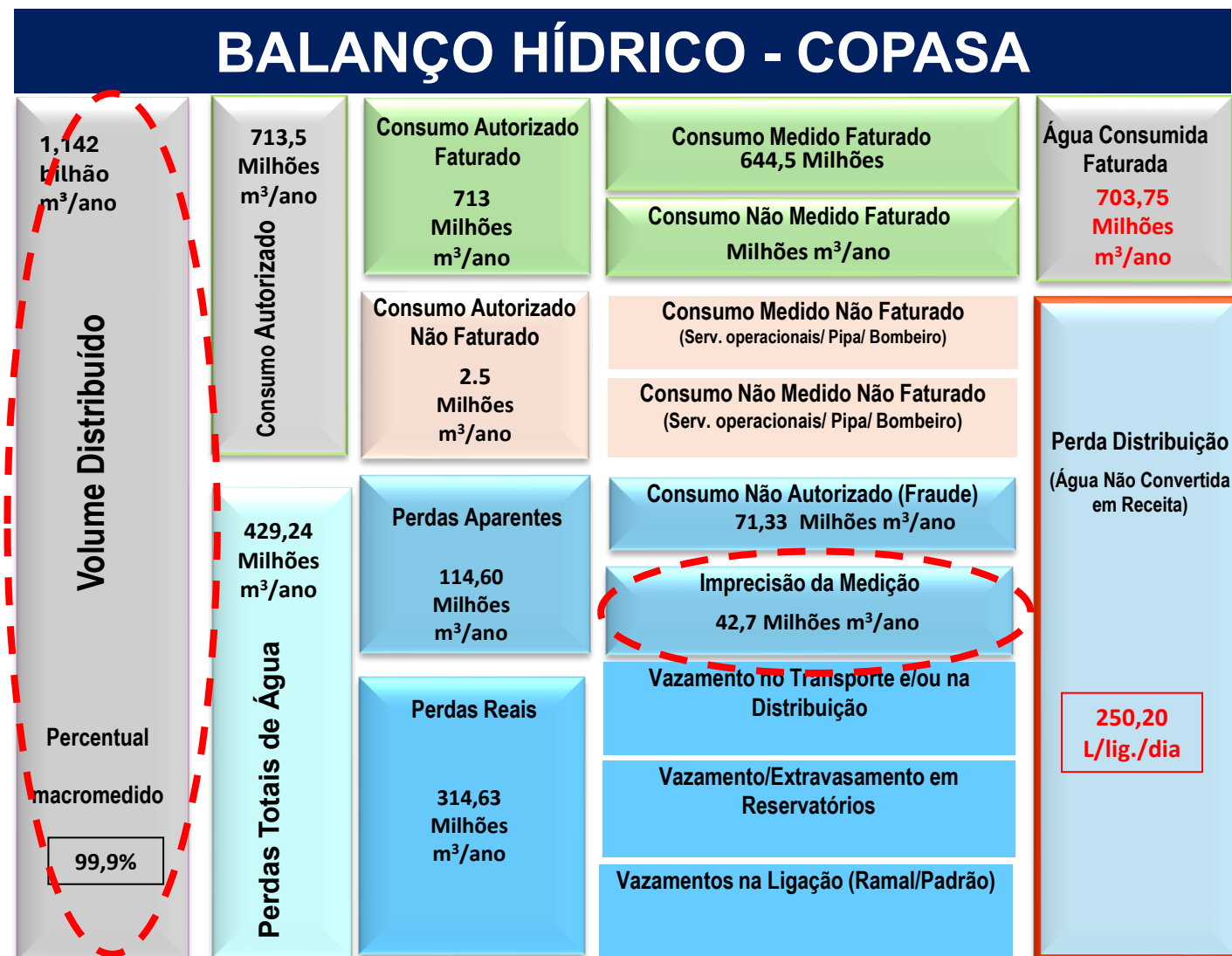
- Projeto de inovação aberta por CPSI através do Copasa Hub: aperfeiçoamento e modernização dos processos de calibração dos medidores de vazão.
- Contratação de serviço especializado para realização de calibração de 250 Estações de Macromedidores – EMM, de DN200 a DN 1800 mm, com Rede Brasileira de Calibração – RBC, através de mapeamento pitométrico.
- Investimento em novas tecnologias, alinhadas com as exigências normativas, legais e ambientais.
- Aquisição de novos macromedidores DN < 150 mm.

Balanço Hídrico segundo a metodologia da *International Water Association - IWA*

Matriz da contabilização dos volumes no processo de distribuição.

“Caminho da água no Sistema de Abastecimento”

- ✓ **MAS QUAL A CONFIABILIDADE?**
- ✓ **QUAL A INCERTEZA QUE DEVEMOS CONSIDERAR NO VOLUME DE ENTRADA?**
- ✓ **COMO CONTROLAR AS INFORMAÇÕES DO PARQUE DE MACROMEDIDORES?**



MACROMEDIÇÃO NA GESTÃO DE ATIVOS – SAP / COPAGIS - GEORREFERENCIAMENTO

SAP Exibir equipamento : Classificação

Equipamento ▾ Processar ▾ Ir para ▾ Suplementos ▾ Estrutura ▾ Ambiente ▾ Sistema ▾ Ajuda ▾ ⚙ ▾

Info objeto... Endereço... Parceiros Lista da estrutura Síntese de classes Pts.medição/contador Serviços para objeto ▾

Equipamento: Tipo: Hidrometria

Descrição:

Status:

Válido desde: Válido até:

Geral Localização Organização Estrutura Classificação Dados MAP

Classificação

Classificação

Diâmetro Nominal:	200
Pressão Nominal (PN):	16
Capacidade Medidor:	M
Tipo de Conexão:	FLANGE
Comprimento do medidor (m):	0,35 m
Quantidade de Dígitos:	8
Alimentação:	NÃO SE APLICA
Grau de proteção:	IP68
Classe Metrológica ou Range:	C
Constante (Fator k):	1
Fator de Multiplicação:	1
Posição do Conversor:	NÃO SE APLICA
Tipo de turbina:	
Relação de Litros/Pulso:	NÃO SE APLICA
Comprimento do cabo (m):	NÃO SE APLICA
Comunicação (1):	NÃO SE APLICA

copagis Consulta ▾ Redes de Água ▾ Redes de Esgoto ▾ Mapeamento ▾ Macromedição ▾

Resultados

Código Nó:	EMM0000109
Tipo:	EMM - Estação de Macro Medição
Número:	109
Descrição da Unidade Operacional:	EMM_S LUCAS BOCA NORTE/SERRA_BELO HORIZONTE
Ponto Instalação:	Distribuição
Referência de Localização:	RUA CERVANTES 22 SAIDA DA EAT SAO LUCAS NORTE
Chave da Localidade:	86 BELO HORIZONTE
Chave Unidade Responsável:	8297 GMOA, GERENCIA MACROPERACAO AGUA
Tipo Macromedidor:	Ultrassônico
Situação:	Em Operação
Motivo da Desativação:	
Finalidade:	Zona de Abastecimento - ZA
Origem Padrão da Medição:	Manual
Frequência Medição Manual:	Mensal
Mede Fluxo Invertido? (S/N):	Não
Frequencia de Calibração:	Anual
Data Última Calibração:	22/01/2025 13:51:00
Unidade de Medida:	Litros por Segundo

Obrigado!

Valter de Souza Lucas Junior

Valter.lucas@copasa.com.br

(31)3250-1811



**GOVERNO
DE MINAS**

AQUI O TREM
PROSPERA.