

Nº 177824

Calibração de macromedidores

Nilson Massami Taira

*Palestra apresentada no WORKSHOP GESTÃO DE
PERDAS, 2022. 36 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, palestras apresentadas, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO A REPRODUÇÃO, APENAS PARA CONSULTA.**



ipt

INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

CALIBRAÇÃO DE MACROMEDIDORES

III WORKSHOP DE GESTÃO DE PERDAS

COPASA – BH 22.06.2022

O QUE É O IPT?

EXISTIMOS PARA PROVER SOLUÇÕES
TECNOLÓGICAS PARA A INDÚSTRIA,
OS GOVERNOS E A SOCIEDADE,
HABILITANDO-OS A SUPERAR
OS DESAFIOS DA NOSSA ÉPOCA

RECEITAS

Venda de projetos e serviços por meio da Fundação de Apoio ao IPT (FIPT)

Dotação orçamentária do Governo do Estado de São Paulo



Venda de projetos e serviços para os setores público e privado

IPT EM NÚMEROS (2020)



122 ANOS DE
CONTRIBUIÇÕES PARA
A SOCIEDADE



> 1000
FUNCIONÁRIOS E
COLABORADORES



39% DE RECEITA EM
PROJETOS DE
INOVAÇÃO



> 3200
CLIENTES
ATENDIDOS



CLIENTES SATISFEITOS
NPS 77
(ZONA DE EXCELÊNCIA)



> 15.000
DOCUMENTOS
TÉCNICOS EMITIDOS



> 2000 PROCEDIMENTOS
DE ENSAIOS E ANÁLISES
NO PORTFÓLIO

O QUE FAZEMOS?

PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO
E INOVAÇÃO

PRODUTOS E PROCESSOS
SOFTWARES
DA BANCADA AO PILOTO
APOIO DE FOMENTO
EMBRAPII

TESTES, ENSAIOS
E ANÁLISES

PARECERES TÉCNICOS
AVALIAÇÃO
DE PRODUTOS
CERTIFICAÇÃO
DE PRODUTOS

INSPEÇÕES E
MONITORAMENTOS

OBRAS E ESTRUTURAS
MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS
ORGANISMO DE
INSPEÇÃO ACREDITADO

DESENVOLVIMENTO
METROLÓGICO,
MEDIÇÕES
E CALIBRAÇÕES

PROGRAMAS
DE PROFICIÊNCIA
DESENVOLVIMENTO
DE PADRÕES
METROLOGIA AVANÇADA

MATERIAIS DE
REFERÊNCIA
CERTIFICADOS

METAIS
CERÂMICAS
MINERAIS
VISCOSIDADE
AREIA NORMAL

ENSINO
TECNOLÓGICO

MESTRADO
PROFISSIONAL
CURSOS DE EXTENSÃO
CURSOS SOB DEMANDA



UNIDADES DE NEGÓCIOS

BIONANOMANUFATURA

Processos, Química, EPIs, Biotecnologia, Nanotecnologia, Microfabricação

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Ordenamento territorial, Sustentabilidade, Riscos, Obras civis

ENERGIA

Geração, Infraestrutura, Eficiência, Energias limpas

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES

Conforto, Desempenho, Segurança, Materiais, Sustentabilidade

MATERIAIS AVANÇADOS

Metálicos, Poliméricos, Compósitos, Celulósicos, Corrosão

TECNOLOGIAS DIGITAIS

IoT, Sistemas Embarcados, Sistemas de Transportes, IA, Analytics

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E METROLÓGICAS

Mecânica, Elétrica, Vazão, Aerodinâmica, Química



O IPT abre seu campus para a maior iniciativa de inovação aberta em hardtech do Brasil, conectando os diversos atores desse ecossistema.

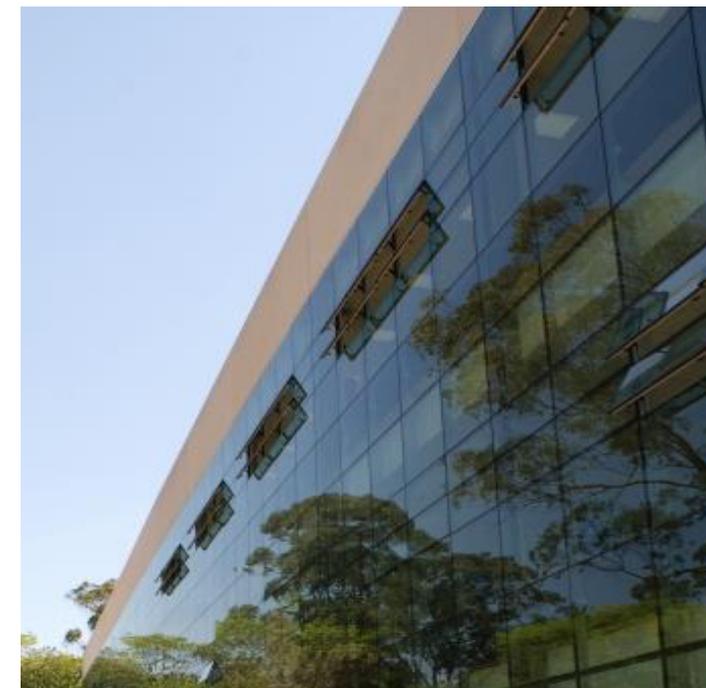
Pedra fundamental do projeto CITI – Centro Internacional de Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo



Modalidade 1

Hub de inovação

Participe de um ecossistema único e transformador que congrega empresas e startups que empreendem juntas na criação de tecnologias impulsionadoras de novos negócios.

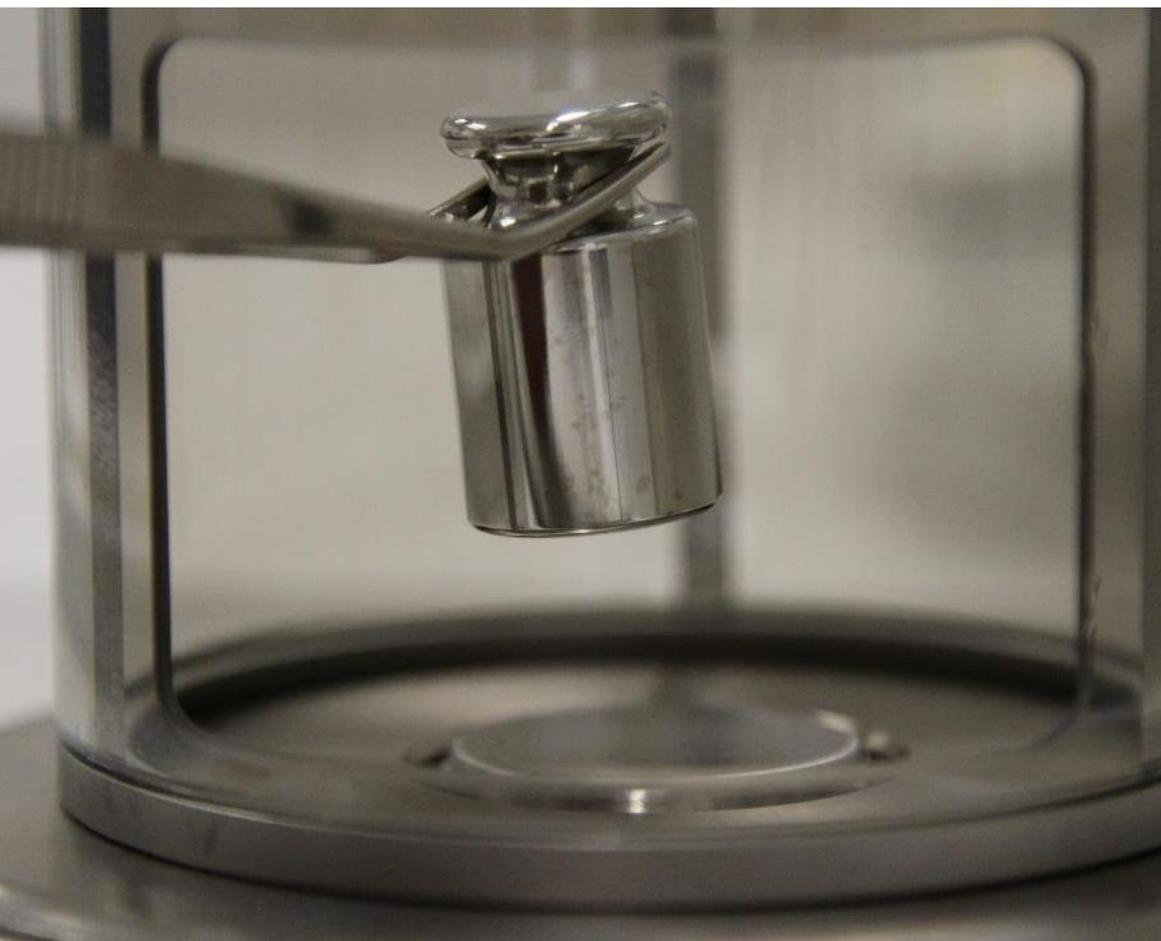


Modalidade 2

Centro de inovação

Instale o Centro Tecnológico da sua empresa dentro do campus do IPT e potencialize sua capacidade de desenvolvimento.





ipt

INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS
E METROLÓGICAS



TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E METROLÓGICAS

METROLOGIA ELÉTRICA

ELETRICIDADE E MAGNETISMO
TELECOMUNICAÇÕES
ELETROMÉDICOS
FÍSICO-QUÍMICA (CONDUTIVIDADE E pH)



11 PESSOAS
1 DOUTOR
6 GRADUADOS
4 TÉCNICOS

METROLOGIA MECÂNICA

MASSA E PRESSÃO
FORÇA, TORQUE, DUREZA E IMPACTO
TEMPERATURA E UMIDADE
DIMENSIONAL E METROTOMOGRÁFIA



20 PESSOAS
1 DOUTOR
2 MESTRES
3 GRADUADOS
14 TÉCNICOS

REFERÊNCIAS METROLÓGICAS

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS DE REFERÊNCIA
PROGRAMAS DE PROFICIÊNCIA
PROGRAMAS DE INTERCOMPARAÇÕES LABORATORIAIS
PESQUISA DE MATERIAIS E CARACTERIZAÇÕES ESPECIAIS



13 PESSOAS
1 DOUTOR
3 MESTRES
2 GRADUADOS
7 TÉCNICOS

VAZÃO

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E NOVAS ABORDAGENS METROLÓGICAS
ÓLEO E GÁS, ÁGUA, SANEAMENTO E *SMART METERING*
VAZÃO DE LÍQUIDOS E GASES: CALIBRAÇÃO E ENSAIOS EM
LABORATÓRIO E EM CAMPO
TÚNEL DE VENTO: AÇÃO DO VENTO NAS ESTRUTURAS



30 PESSOAS
6 DOUTORES
4 MESTRES
6 GRADUADOS
14 TÉCNICOS

DADOS RÁPIDOS

- 8400 m² DE ÁREA DE LABORATÓRIOS
- > DE 20% DE MESTRES E DOUTORES
- MAIOR ESCOPO RBC DO BRASIL
- + DE 1000 EMPRESAS ATENDIDAS POR ANO
- + DE 7500 DOCUMENTOS TÉCNICOS EMITIDOS POR ANO
- PRINCIPAL INSTITUIÇÃO INDEPENDENTE PARA APOIO À FISCALIZAÇÃO, CONFORMIDADE E CONFIABILIDADE METROLÓGICA



NOSSO DESAFIO

DEMANDAS DA SOCIEDADE

ENERGIA SEGURA E SUSTENTÁVEL

Contribuir para avanços nas medições que apoiam a introdução de novas fontes de energia, bem como a operação eficiente das usinas de fontes convencionais.



PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Gerenciar e proteger o meio ambiente requer dados sólidos e confiáveis para avaliar e monitorar os parâmetros ambientais, seja para avaliar as mudanças climáticas ou as tendências de emissão de poluição. Agências nacionais e internacionais contam com esses dados para garantir que os tratados e regulamentos ambientais sejam bem concebidos e aplicados de forma eficaz. Criar referências metroológicas para análise da presença de compostos tóxicos regulamentos.



SEGURANÇA PARA A SAÚDE

A Metrologia é fundamental para assegurar que medições precisas estejam disponíveis para avaliar o desempenho de novos métodos de diagnóstico e terapias e assegurar o tratamento eficaz dos pacientes. Avaliação da presença de compostos restritos em medicamentos.



DEMANDAS DA SOCIEDADE

CRESCIMENTO ECONÔMICO

Impulsionar o crescimento econômico, criação de empregos, promoção da qualidade de vida para todos e enfrentar questões globais são desafios permeados pela ciência da medição. Para uma inovação industrial bem sucedida, a ciência da medição deve apoiar a implementação de novas técnicas de produção e fornecer rastreabilidade para avaliações da qualidade de produtos baseadas em novas técnicas analíticas.



TECNOLOGIAS INOVADORAS

Crucial para a introdução de novas tecnologias é a capacidade de medir de forma confiável as propriedades dos materiais e componentes e de confirmar de forma robusta seu desempenho. Isto depende da evolução das medições para atender às exigências dos avanços tecnológicos.



Medições confiáveis são essenciais para o **entendimento e gestão** de processos, para o desenvolvimento de **novos** processos e produtos, para atender as **exigências** do mercado consumidor, para atividades **legais e regulatórias** e para o comércio globalizado (**barreiras técnicas**).



EIXOS TECNOLÓGICOS



Óleo e gás

- Apoio à regulação na atividade de fiscalização da medição fiscal da produção de óleo e gás
- Calibração e ensaios de medidores de vazão em laboratório e em campo
- Treinamentos em medição de vazão, incerteza e volume em laboratório e campo
- Programa de proficiência em lubrificantes
- Padrões de viscosidade
- Avaliação da segurança de pouso e decolagem de helicópteros em plataformas
- Estudos da ação do vento em plataformas de petróleo



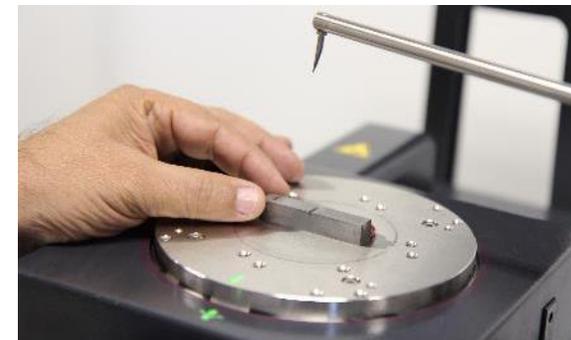
Indústria 4.0

- Desenvolvimento de software e hardware para medições e monitoramento
- Validação de medições IoT e de processos automatizados
- Monitoramento e validação das condições de instalações de equipamentos, aplicações e de IoT
- Calibração de redes de sensores e máquinas (em campo)
- Metrologia digital



Recursos hídricos e Saneamento

- Micromedição, submedição e subfaturamento
- Medição e inventário de água e esgoto
- Validação de balanços hídricos de perdas em sistemas de abastecimento de água
- Materiais de referência de contaminantes em águas naturais
- Calibração em campo de macromedidores de água
- Calibração de medidores de condutividade



Regulação metrológica

- Apoio à regulação de água, esgoto, óleo e gás
- Calibração em campo de medidores de vazão em condições de alta complexidade
- Treinamento e consultoria em metrologia
- Desenvolvimento de parâmetros metrológicos para apoio à regulação de serviços e setores diversos



EIXOS TECNOLÓGICOS



Saúde

- Calibração de instrumentos médicos (desfibriladores, simuladores de pacientes, simuladores de eletrocardiogramas e marcapassos, bisturis elétricos etc.)
- Avaliação de confiabilidade de protótipos
- Intercomparações de águas para hemodiálise
- Investigação de contaminantes em fármacos



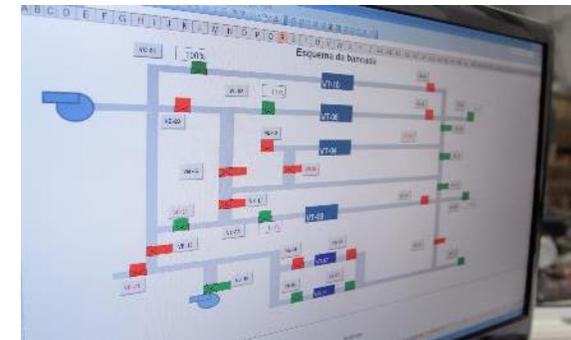
Meio ambiente

- Avaliação de sistemas de medição de vazão para a obtenção de créditos de carbono
- Avaliação de ilhas de calor e conforto térmico
- Dispersão de contaminantes de instalações industriais
- Inventário de água e esgoto
- Padrões de águas naturais
- Caracterização de metais tóxicos em rios e lagos
- Validação de balanços hídricos e perdas em sistemas de abastecimentos de água



Energia

- Ensaio de ímãs para uso em transformadores
- Calibração em alta tensão, alta corrente, força e torque (em campo)
- Medidas de qualidade de energia
- Calibração de anemômetros para parques eólicos
- Estudos de eficiência para a instalação de parques eólicos
- Avaliação da eficiência energética de bombas, ventiladores e compressores
- Programas de proficiência em combustíveis
- Investigação de compostos tóxicos em combustíveis



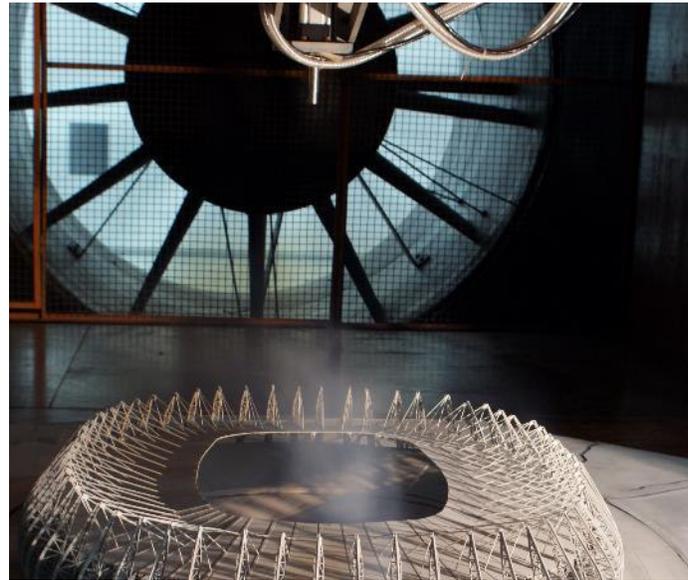
Cidades inteligentes

- Smart metering
- Telemetrologia
- Calibração de radares GNSS
- Calibração de sensores e sistemas de medição em rede
- Apoio a plano diretor e lei de zoneamento
- Avaliação do uso e ocupação do solo e apoio ao plano diretor arbóreo para a melhoria da qualidade do ambiente urbano



DESTAQUES DA INFRAESTRUTURA

- Túnel de vento
- Laboratório de vazão de gás
- Quadro de Epstein para caracterização de aços elétricos
- Tomógrafo



ATUAÇÃO EM SANEAMENTO

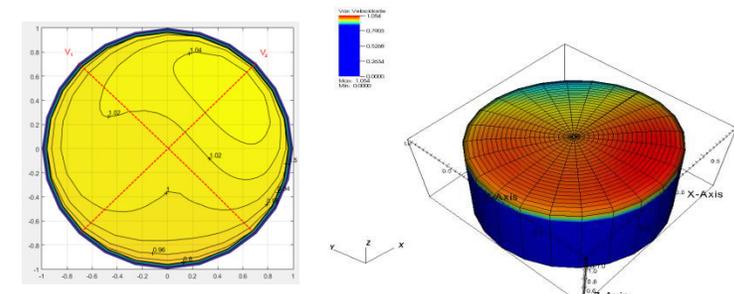
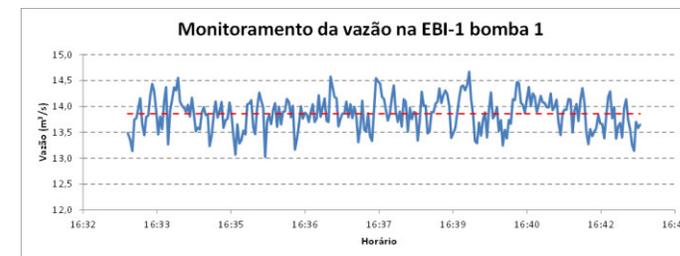
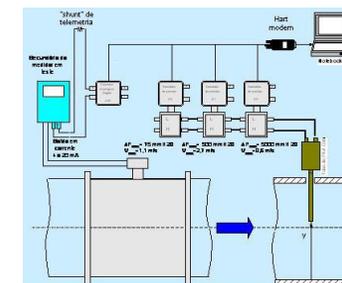
Serviços Calibração de macromedidor de água em campo



- Tubulações: de 300 mm a 2800 mm de diâmetro
- Máxima vazão medida: 38 m³/s



Sistema digital de calibração



QUAL É A CONFIABILIDADE DA MACROMEDIÇÃO? COMO QUANTIFICÁ-LA ?



DEFINIÇÕES DE CONFIABILIDADE

- **Confiabilidade** é um **conceito** global, que se decompõe em vários elementos **quantificáveis ou não**:
 - Disponibilidade (*availability*)
 - Reparabilidade (*maintainability*)
 - Segurança contra acidentes (*safety*)
 - Segurança contra acesso não autorizado (*security*)

Como um conceito geral, **confiabilidade** é a probabilidade de um item desempenhar uma função, sob **condições específicas**, de forma adequada, **como previsto no projeto**, durante um **período de tempo** predeterminado.

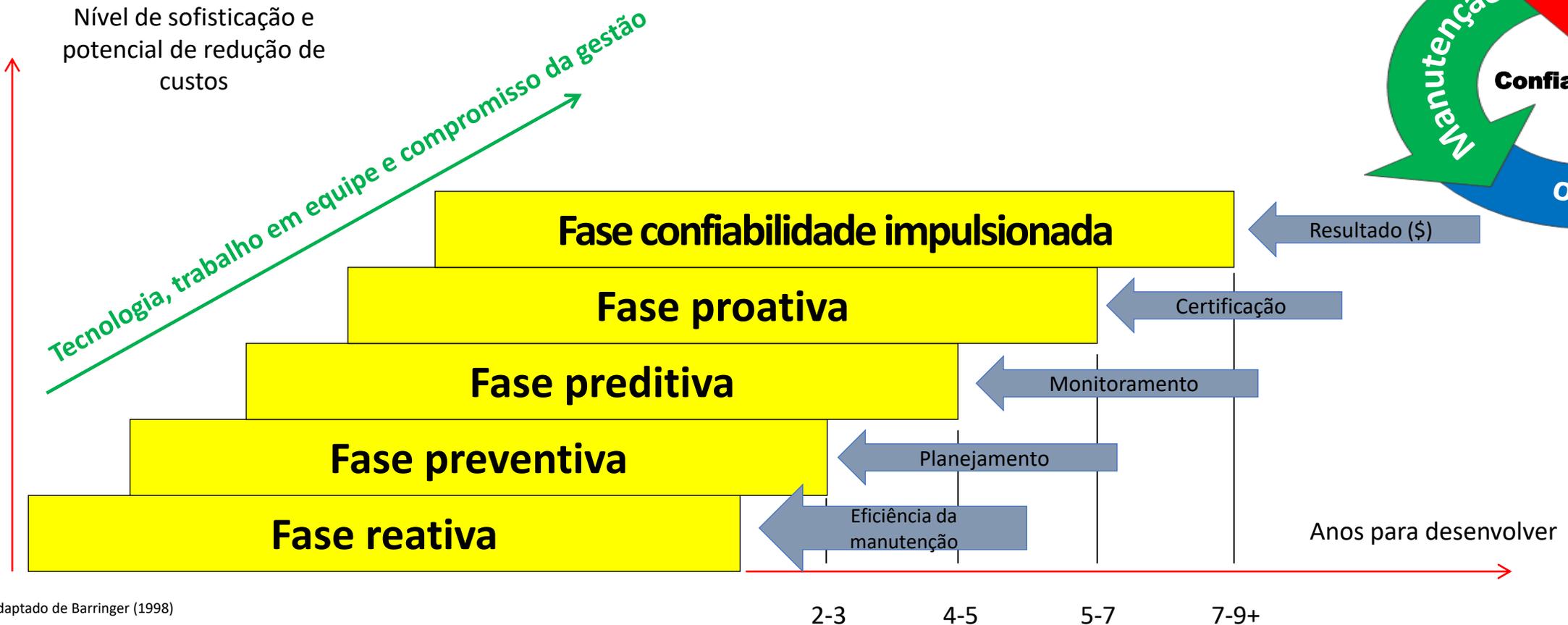
OUTROS ENTENDIMENTOS SOBRE CONFIABILIDADE

- Metrológica (possui calibração e rastreabilidade).
- Não há reclamação/questionamento.
- O usuário entende e sabe o que faz.
- Credibilidade (reconhecimento, imagem)



CONFIABILIDADE - RELIABILITY

Confiabilidade exige trabalho em equipe

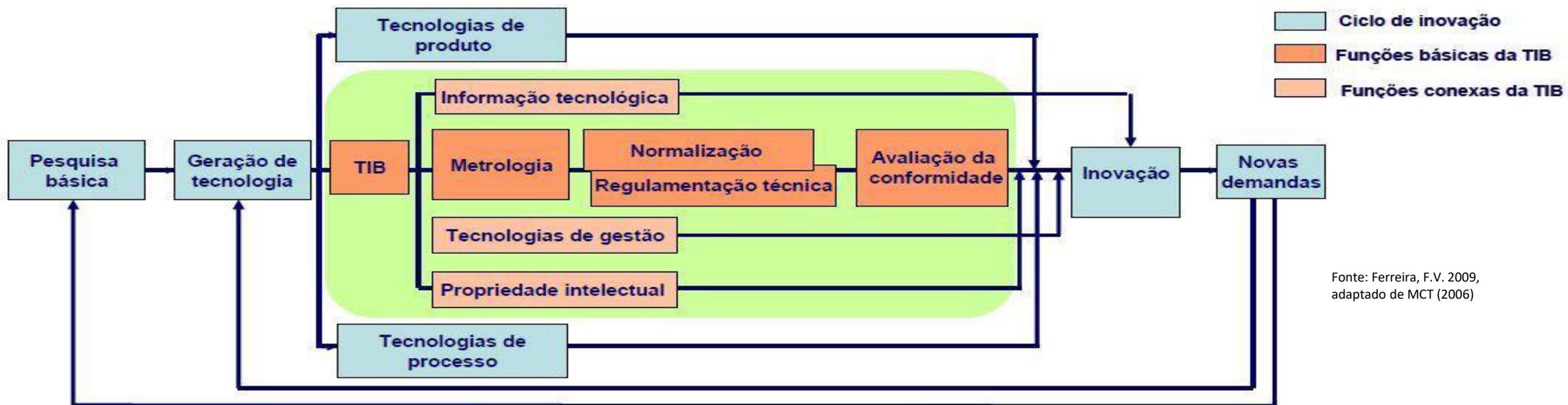


Adaptado de Barringer (1998)



TIB – TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA

Termo criado, no final da década de 70, pela Secretaria de Tecnologia Industrial (STI) do então Ministério da Indústria e do Comércio (MIC), para expressar as funções básicas do recém criado Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), e dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), um amplo programa de apoio à ciência e tecnologia.



Fonte: Ferreira, F.V. 2009, adaptado de MCT (2006)



TIB – TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA

Definições semelhantes

MSTQ (*Metrology, Standardization, Testing and Quality*)

Banco Mundial

MAS-Q (*Metrology + Accreditation + Standards = Quality*)

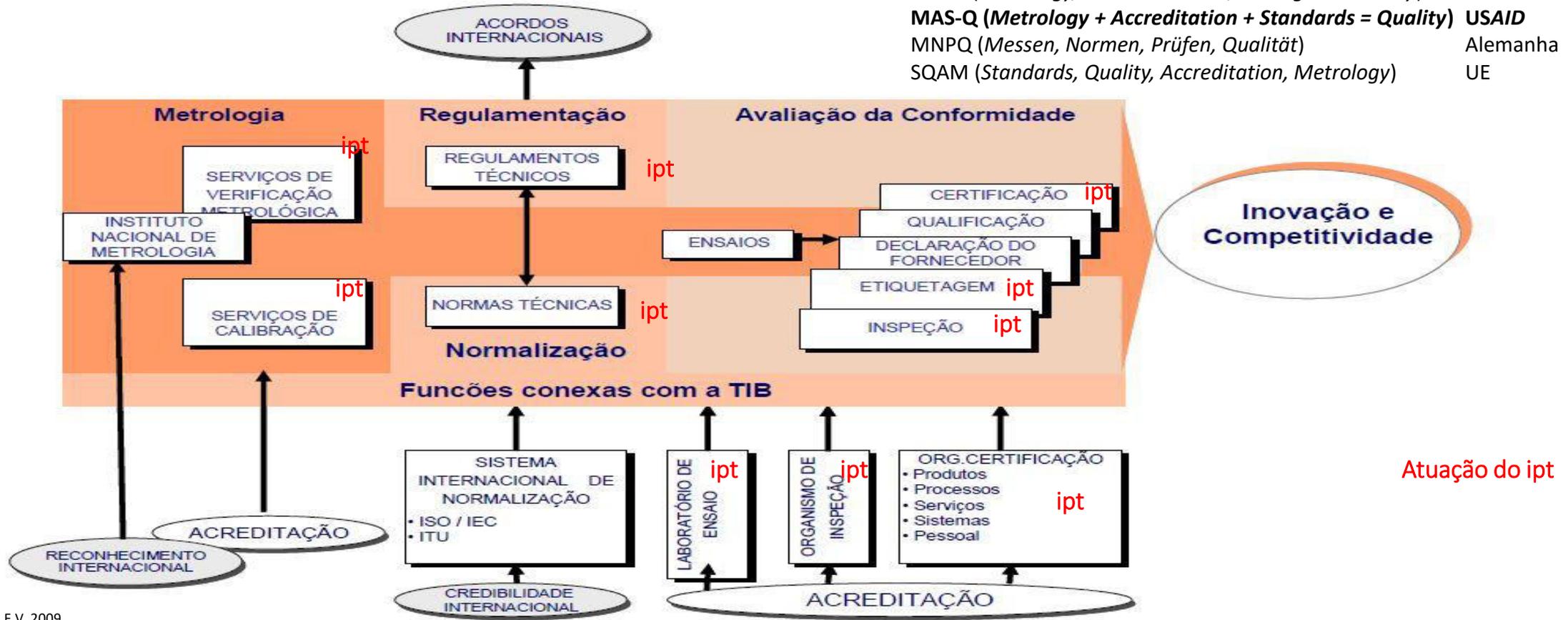
USAID

MNPQ (*Messen, Normen, Prüfen, Qualität*)

Alemanha

SQAM (*Standards, Quality, Accreditation, Metrology*)

UE



Fonte: Ferreira, F.V. 2009, adaptado de MCT (2006)

METROLOGIA (DEFINIÇÃO CLÁSSICA)

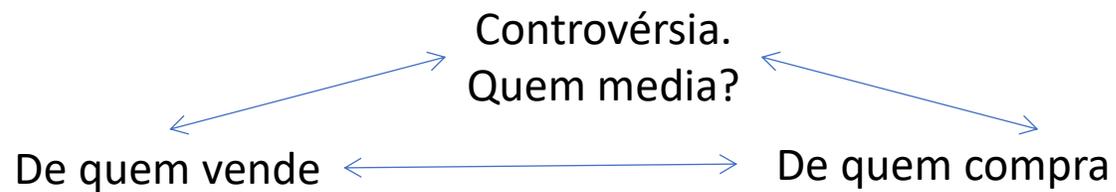
É a ciência que cobre todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, apoiando o desenvolvimento das atividades econômicas, científicas e tecnológicas, promovendo a eficiência na produção e no comércio de bens e serviços que atendam, com qualidade, às necessidades da sociedade.

Metrologia:

A “roupa” da ciência e tecnologia
Traduzindo em confiança para quem usa.



PERCEPÇÕES ALÉM DA METROLOGIA



Por Lucas S. Rodrigues

Comportamental: o otimista e o pessimista



METROLOGIA

É também entendida como a **ciência** (e a arte) das medições e deve ser percebida como a base de uma tecnologia habilitadora (*enabling technology*) e de validação do processo de fabricação e do comércio de bens e processos.

As medições estão na raiz do surgimento da própria civilização, permitindo **organizar a sociedade**, obter conhecimento sobre a **natureza**, o seu tratamento quantitativo e objetivo dos seus **fenômenos** para então, se possível, controlá-los ou reproduzi-los.

Monetização da medição e metrologia

Um relatório do *Bureau International des Poids et Mesures* – BIPM, apresenta uma estimativa de 3 % a 6 % do PIB nos países industrializados correspondem à medição e suas operações relacionadas.

Segundo a OCDE, **80 % do comércio global** (20 trilhões de dólares em 2018) envolve testes e medições que confirmam a conformidade com regulamentos e normas.



TIPOS DE METROLOGIA

Grau de normalização e regulação

Metrologia Legal (verificação)

Ipt⁻

Medidores de água, energia e gás, combustíveis, produtos pré medidos, balanças, termômetros, etilômetro, esfignomanômetro, ...

Metrologia Industrial

Ipt⁺⁺⁺

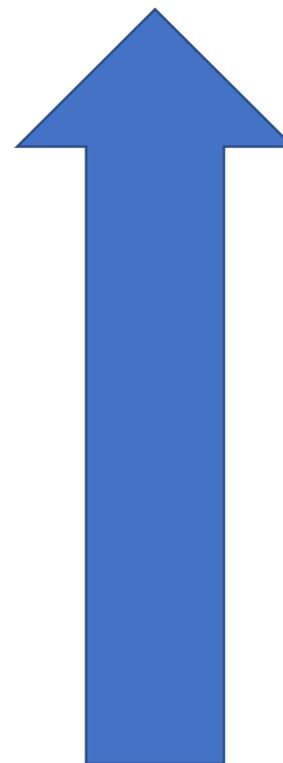
A metrologia industrial ou aplicada tem como objetivo apoiar as atividades de controle de processos e de produtos, assegurando a sua qualidade metrológica e também a gestão dos meios de medição que utiliza.

Metrologia Científica

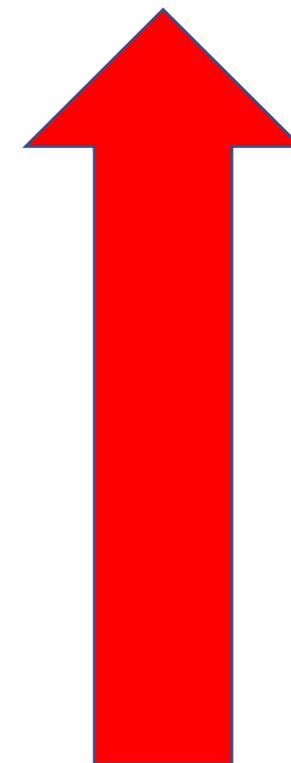
Ipt⁺⁺

Metrologia Científica é uma ferramenta fundamental no crescimento e inovação tecnológica, promovendo a competitividade e criando um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial em todo e qualquer país.

Grau de segurança jurídica



Demanda de transformação digital



Grau de inovação

atuação do ipt



METROLOGIA E ODS

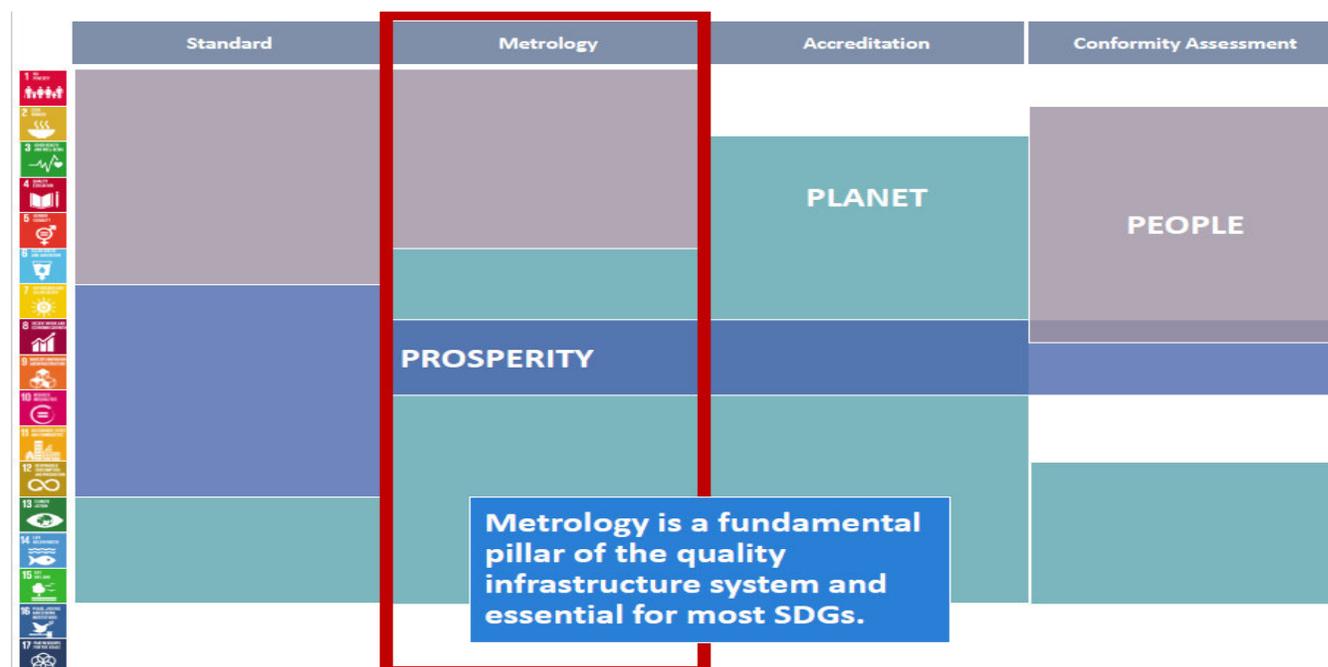
A metrologia assume proporções cada vez mais relevantes pois induz um processo contínuo de melhoria da qualidade dos padrões de vida do cidadão, do desenvolvimento do comércio interno e externo, saúde, segurança, educação e proteção ao meio ambiente, constituindo-se inclusive em pré-condição para qualquer atividade de natureza científica, tecnológica e cultural.



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



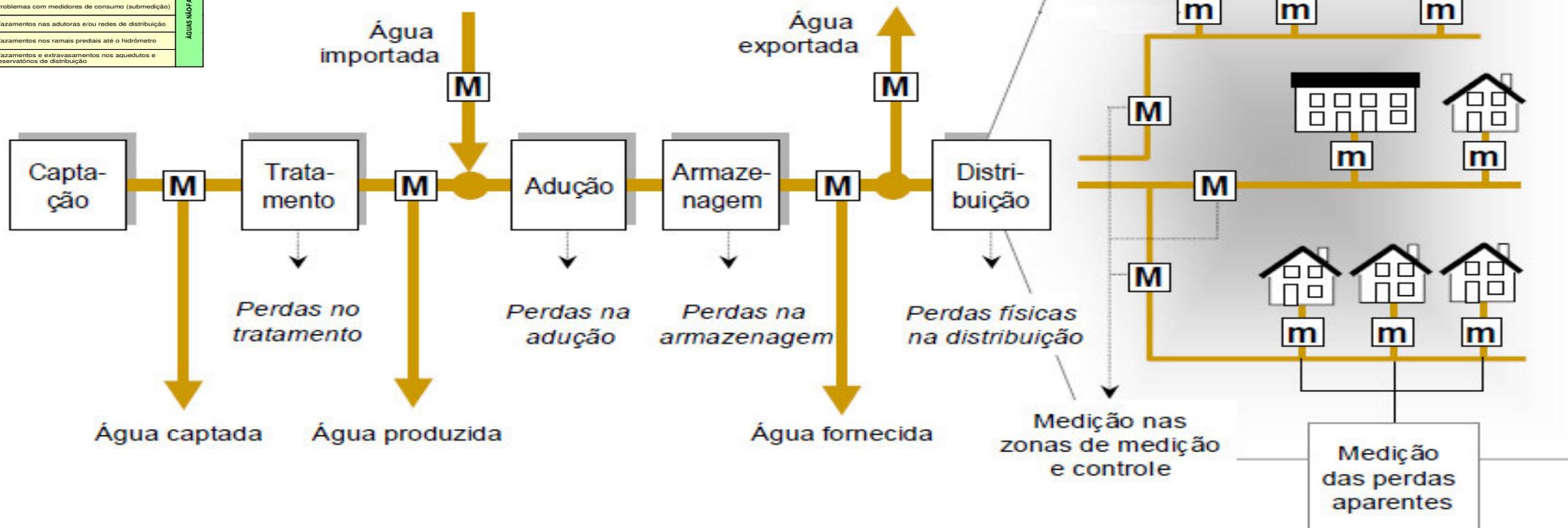
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 9
INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



POR QUE MEDIR?

Faturamento, IGP, gestão, eficiência, planejamento, ...

| | | | |
|------------------|---|--|-------------------|
| VOLUME PRODUZIDO | Consumos Autorizados Faturados | Consumos medidos faturados | ÁGUA FATURADA |
| | Consumos Autorizados Não Faturados | Consumos não-medidos faturados (estimados) | |
| PERDAS DE ÁGUA | Perdas Comerciais | Consumos medidos não-faturados (usos próprios, caminhão-pipa etc.) | ÁGUA NÃO FATURADA |
| | Perdas Reais | Consumos não-medidos, não-faturados (corpo de bombeiros, favelas etc.) | |
| | | Consumos não-autorizados (fraudes e falhas de cadastro) | |
| | Problemas com medidores de consumo (submedição) | Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição | |
| | | Vazamentos nos ramais prediais até o hidrômetro | |
| | | Vazamentos e extravasamentos nos aquedutos e reservatórios de distribuição | |



M Macromedidor

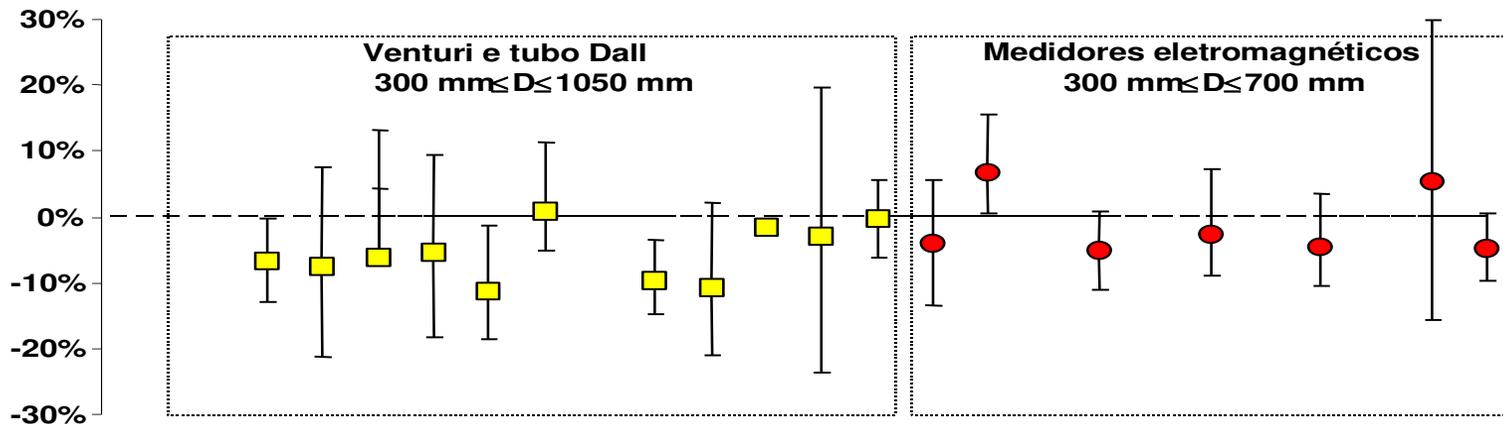
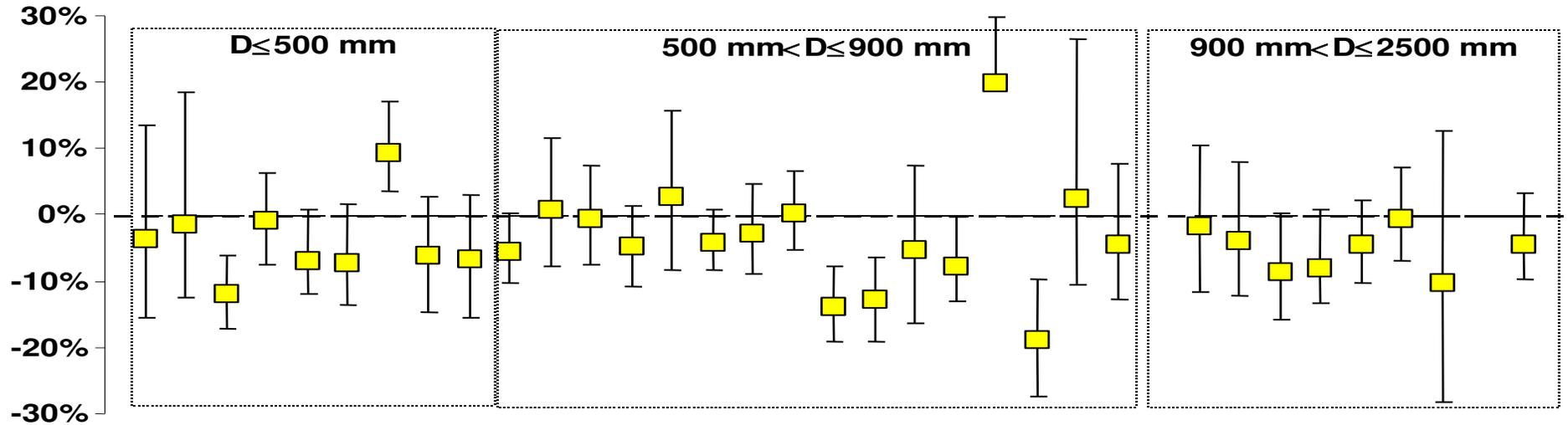
m micromedidor

Fonte: IRAR, 2006



POR QUE MEDIR?

Macromedição da adução

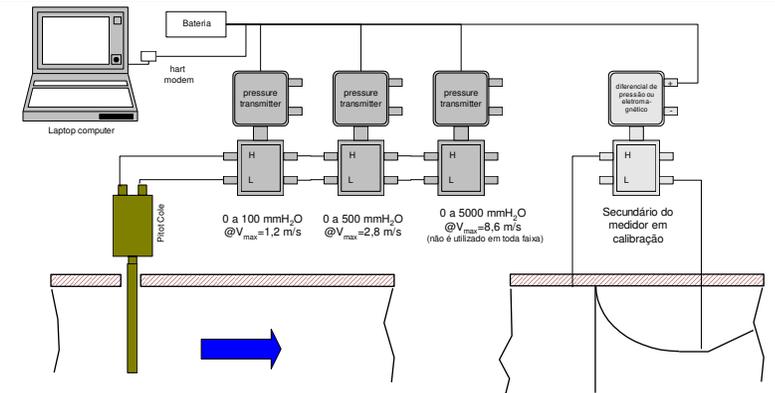
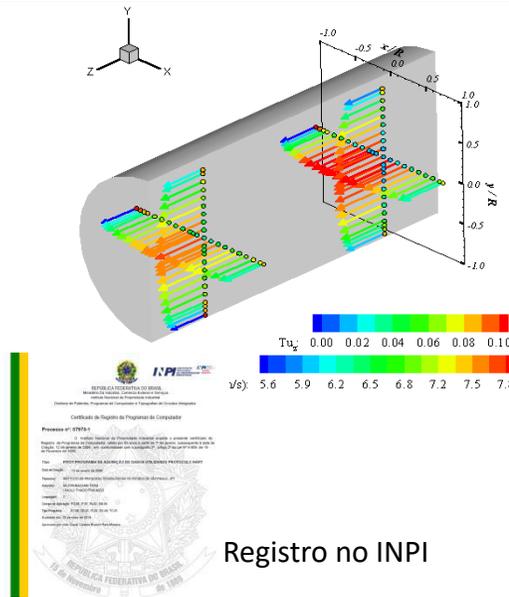


Macromedidores são confiáveis?



SERVIÇOS CALIBRAÇÃO DE MACROMEDIDOR DE ÁGUA EM CAMPO

Desenvolvimento de metodologia de ensaio, integração de instrumentação digital de última geração, softwares de aquisição de dados e cálculo, com acreditação ISO 17025 - RBC



Empresas que utilizam a metodologia



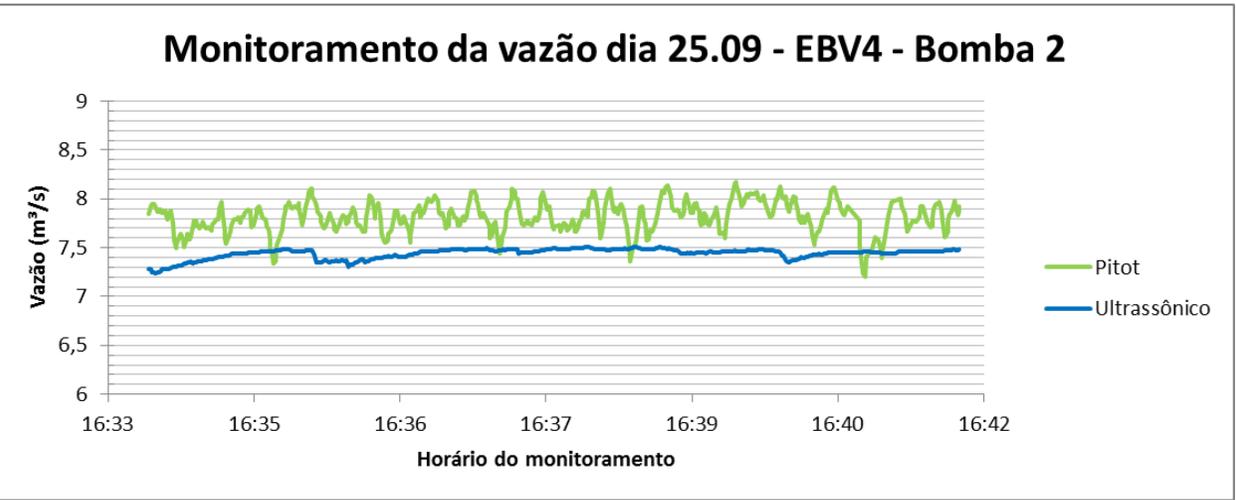
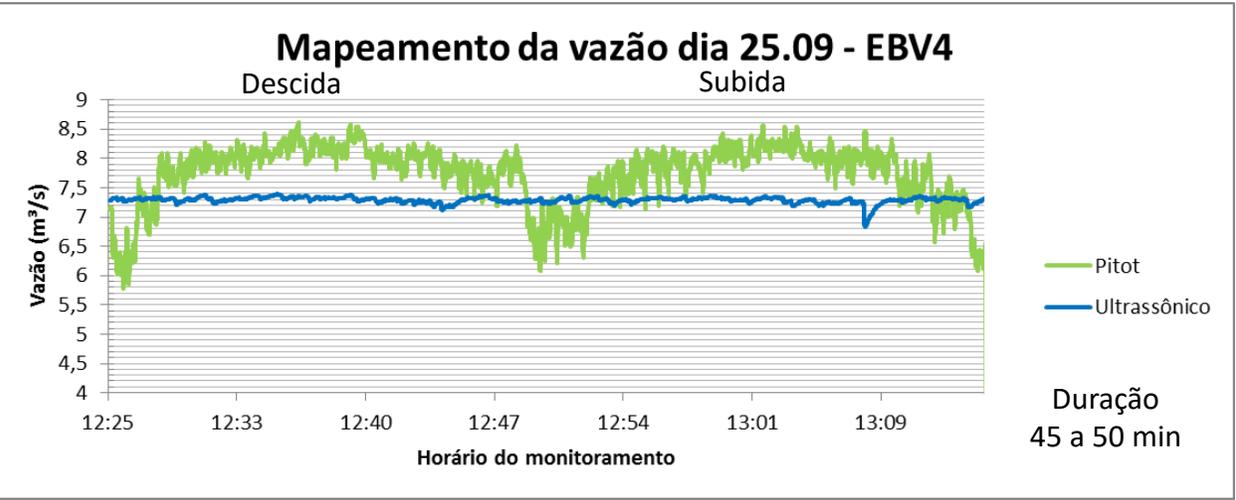
Empresas interessadas na metodologia



Medição com tubo de Pitot, mesma técnica utilizada para medição da velocidade de aeronaves



Calibração de medidor ultrassônico de vazão PISF



Tubo de Pitot Cole no centro da tubulação, monitoramento por 10 min



Medidor ultrassônico de vazão e tubulação:

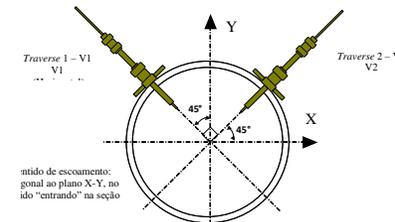
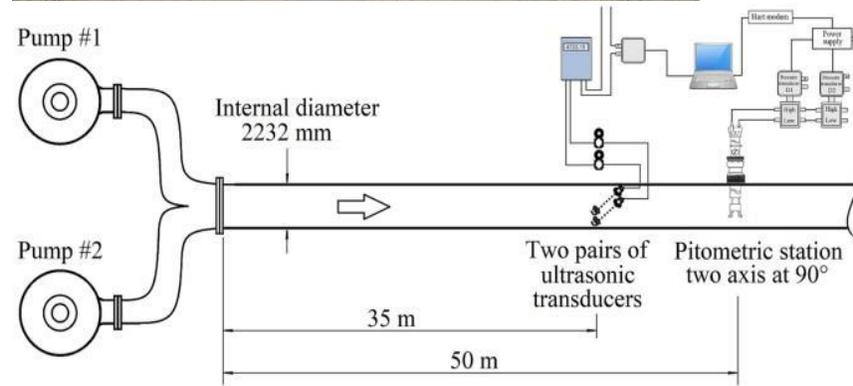
Tipo: tempo de trânsito 2 cordas

Span : 20 m³/s

Diâmetro interno nominal: 2235 mm

Espessura da parede do tubo: 25 mm

Diâmetro interno medido : 2232 mm

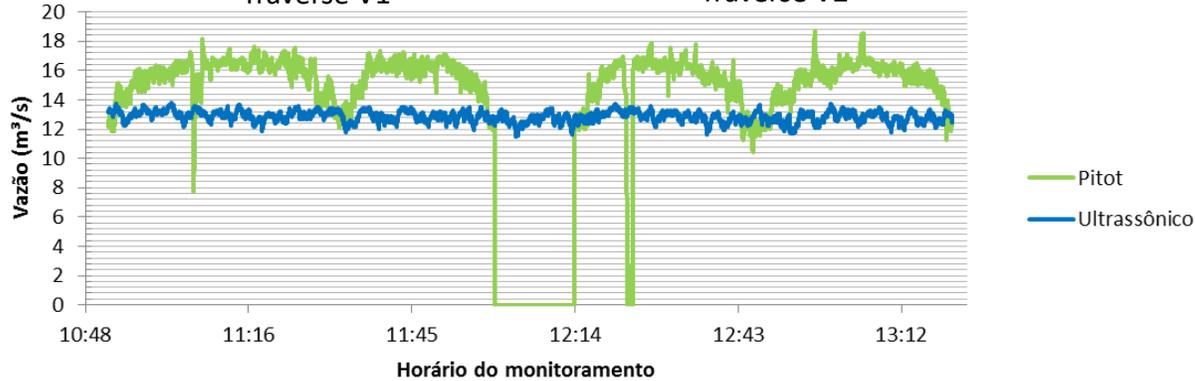


Calibração de medidor ultrassônico de vazão PISF

Mapeamento da vazão dia 26.09 - Bombas 1 e 2 - EBV4

Traverse V1

Traverse V2

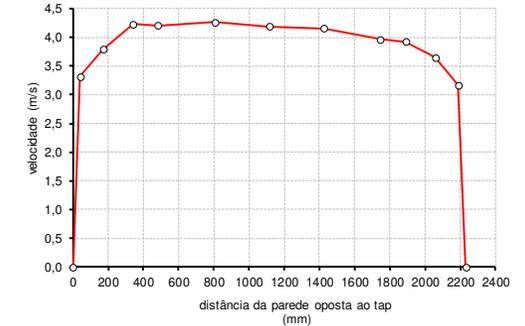


| | | | |
|---|--|-------------------------------------|----------------|
| Planilha para determinação da vazão por mapeamento pitométrico - referência : ISO 3966:2008 | | elaborado por: Fernando R. Garcia | em: 20/12/2001 |
| Método do mapeamento com hipótese de distribuição "log normal" em 11 pontos, traverse vertical e horizontal | | última atualização: Nilson M. Taira | em: 01/08/2003 |

| | | | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------|------------------|-------------|
| Trabalho : | ANA - Bomba 1 + Bomba 2 | Diâmetro da linha : | 2300 mm | área da seção : | 3,912712 m² |
| Local de medição : | EBV-4 - Bomba 1 + Bomba 2 | nominal : | 2230 mm | equivalente | 2232 mm |
| Data da medição : | 26/set/2018 | interno vertical medido | 2234 mm | diâmetro do tip: | 6,00 mm |
| Executante(s) : | Leonardo/Kazuto/Valmir | interno horizontal medido | 2234 mm | | |

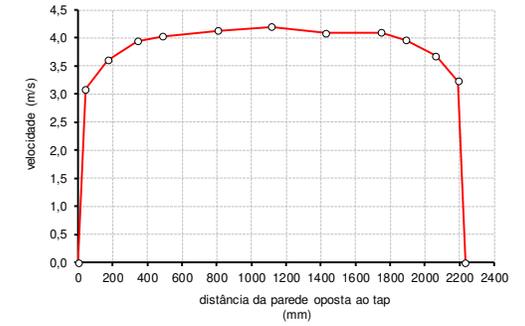
Traverse Vertical

| | posição (y/D) | distância corrigida (mm) | distância da parede inferior (y) (mm) | velocidade (m/s) | velocidade corrigida (m/s) | velocidade corrigida Pitot (m/s) |
|----|---------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 0 | 1 | 2224 | 2230 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 0,981 | 2182 | 2188 | 3,17 | 3,17 | 3,17 |
| 2 | 0,923 | 2052 | 2058 | 3,65 | 3,65 | 3,65 |
| 3 | 0,847 | 1883 | 1889 | 3,93 | 3,93 | 3,93 |
| 4 | 0,783 | 1740 | 1746 | 3,97 | 3,96 | 3,96 |
| 5 | 0,639 | 1419 | 1425 | 4,17 | 4,16 | 4,16 |
| 6 | 0,500 | 1109 | 1115 | 4,20 | 4,19 | 4,19 |
| 7 | 0,361 | 799 | 805 | 4,28 | 4,26 | 4,26 |
| 8 | 0,217 | 478 | 484 | 4,22 | 4,20 | 4,20 |
| 9 | 0,153 | 335 | 341 | 4,25 | 4,23 | 4,23 |
| 10 | 0,077 | 166 | 172 | 3,80 | 3,79 | 3,79 |
| 11 | 0,019 | 36 | 42 | 3,34 | 3,32 | 3,32 |
| 12 | 0,000 | -6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |



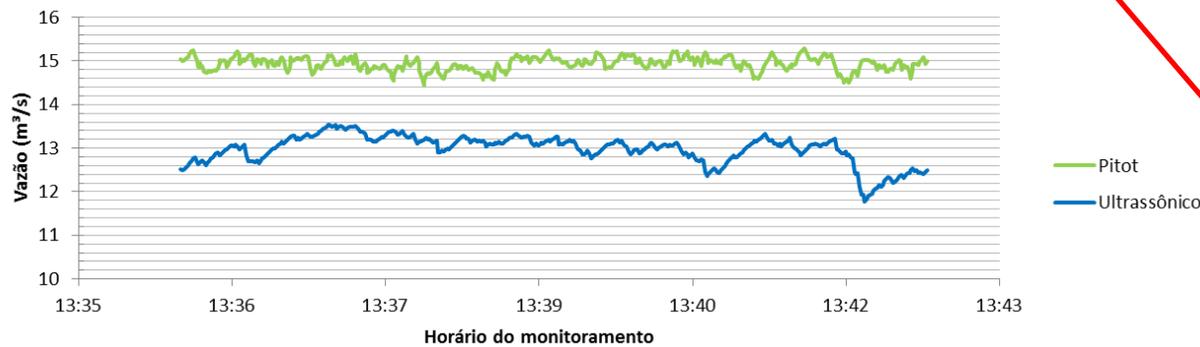
Traverse Horizontal

| | posição (y/D) | distância corrigida (mm) | distância da parede inferior (y) (mm) | velocidade (m/s) | velocidade corrigida (m/s) | velocidade corrigida Pitot (m/s) |
|----|---------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 0 | 1 | 2228 | 2234 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1 | 0,981 | 2186 | 2192 | 3,23 | 3,23 | 3,23 |
| 2 | 0,923 | 2056 | 2062 | 3,68 | 3,68 | 3,68 |
| 3 | 0,847 | 1886 | 1892 | 3,96 | 3,96 | 3,96 |
| 4 | 0,783 | 1743 | 1749 | 4,10 | 4,10 | 4,10 |
| 5 | 0,639 | 1422 | 1428 | 4,10 | 4,09 | 4,09 |
| 6 | 0,500 | 1111 | 1117 | 4,21 | 4,20 | 4,20 |
| 7 | 0,361 | 800 | 806 | 4,15 | 4,13 | 4,13 |
| 8 | 0,217 | 479 | 485 | 4,05 | 4,03 | 4,03 |
| 9 | 0,153 | 336 | 342 | 3,96 | 3,94 | 3,94 |
| 10 | 0,077 | 166 | 172 | 3,62 | 3,60 | 3,60 |
| 11 | 0,019 | 36 | 42 | 3,11 | 3,09 | 3,09 |
| 12 | 0,000 | -6 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |



| Vazão medida (m³/s) | | |
|---------------------|-----------|------|
| valor | incerteza | |
| 14,97 | 0,317 | 2,1% |

Monitoramento da vazão dia 26.09 - Bombas 1 e 2 - EBV4



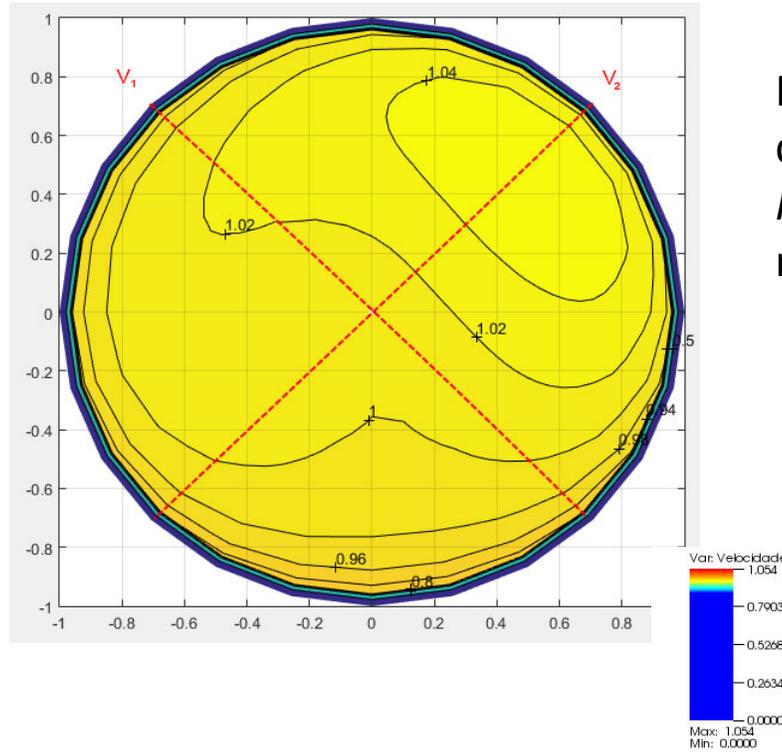
| Vazão medida (m³/s) | | | Vazão indicada (m³/s) | | |
|---------------------|-----------|------|-----------------------|--------|--------|
| valor | incerteza | 2,1% | valor | desvio | -14,0% |
| 14,97 | 0,317 | 2,1% | 12,88 | -2,09 | -14,0% |

| | Velocidade (m/s) | | | | |
|-----------|------------------|------------------|---------|---------------|------------------|
| | média vertical | média horizontal | central | σ velocidades | Amp. velocidades |
| Media | 3,87 | 3,78 | 4,20 | 0,09 | 0,0814 |
| 1ª metade | 3,77 | 3,81 | | | |
| 2ª metade | 3,96 | 3,76 | | | |

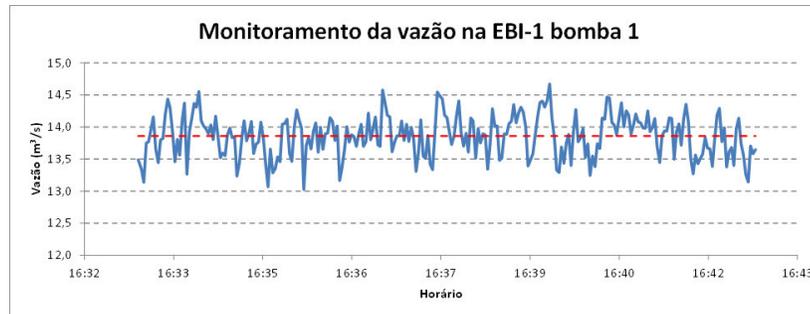
| FVV_1 | FVV_2 | FVH_3 | FVH_4 | Amplitude FV |
|-----------|-------|-----------|-------|--------------|
| 0,900 | 0,945 | 0,907 | 0,895 | |
| Media FVV | 0,923 | Média FVH | 0,901 | 0,021 |

Tubo de Pitot Cole no centro da tubulação, monitoramento por 10 min

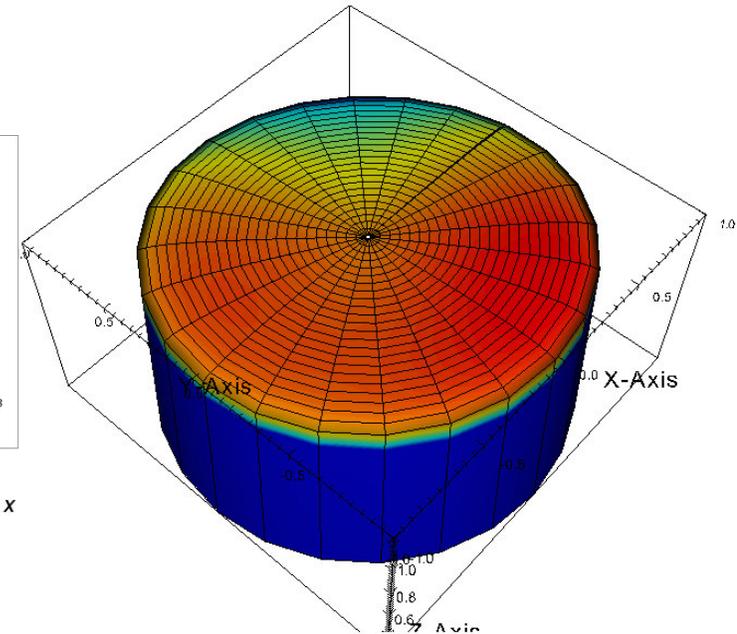
TÉCNICAS AVANÇADAS



Modelagem matemática, Técnicas de Inteligência Artificial, *Analytics* e *Machine Learning* com vistas à redução das incertezas de medição.



CFD- *Computational Fluid Dynamics*



OUTRAS TÉCNICAS DE CALIBRAÇÃO DE MACROMEDIDORES

Inventory and basic evaluation of field calibration methods for volume and flow meters. Anders Andersson
 SP Swedish National Testing and Research Institute, 2004

- Volume standard, or portable weighing tank (**V**)
- Master meter, “high quality” (**M**)
- Clamp-on ultrasonic meter (**C**)
- Transit time tracer method (**T**)
- Other methods incl. “low quality” master meter (**X**)

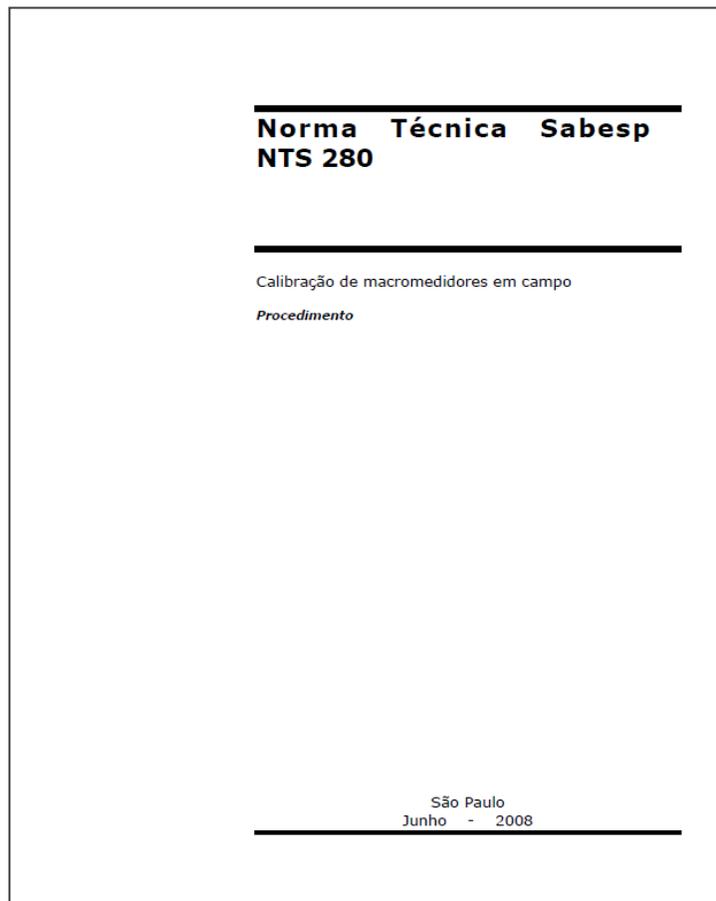
| Required performance | Approx. dimension | | | | Media | | | | Temperature | |
|----------------------|-------------------|------|------|------|-------|-------------|--------------|------------|-------------|----------|
| | <40 | <100 | <300 | >300 | Clean | With solids | With bubbles | High visc. | Amb. | High Low |
| ± 10% | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | V | V | | | V | | | | V | |
| | M | M | M | | M | M | M | M | M | M |
| | C | C | C | C | C | (C) | (C) | C | C | C |
| | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| ± 5% | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| | V | V | | | V | | | | V | |
| | M | M | | | M | M | | M | M | M |
| | C | C | C | C | C | | | (C) | C | C |
| | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T |
| ± 1% | V | V | | | V | | | | V | |
| | M | M | | | M | | | M | M | M |
| | T | T | T | T | T | (T) | (T) | (T) | T | T |
| ± 0,5% | V | V | | | V | | | | V | |
| | M | M | | | M | | | | M | M |
| ± 0,2% | V (M) | V | | | V | | | | V (M) | |



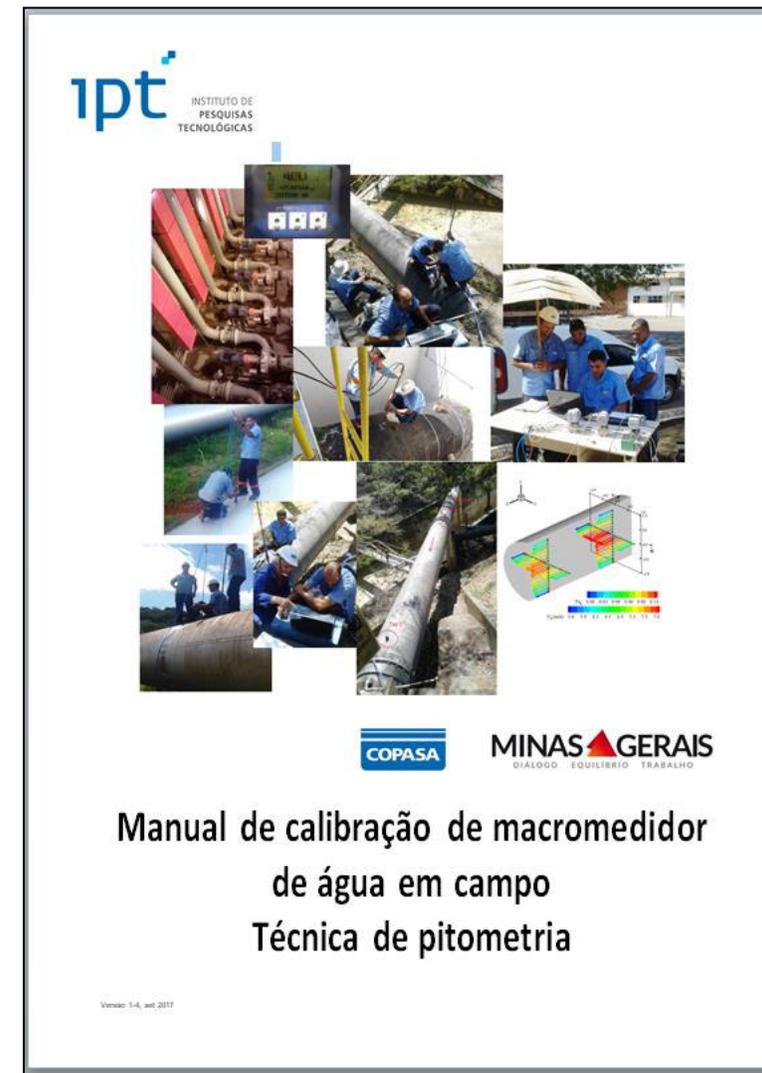
PARCERIA COPASA E IPT

- Manual de calibração de macromedidor em campo
- Treinamento de equipes das UNs

2005



2017



PARCERIA ANA E IPT



ANA lança manual técnico sobre calibração de medidores de vazão em grandes tubulações

Publicado em 09/09/2021 16h46

Compartilhe:



- Foto: Zig Koch / Banco de Imagens ANA

Está disponível o Manual Orientativo para Calibração de Macromedidores de Vazão de Água por Meio da Técnica de Pitometria, que é utilizada para aferir vazões em grandes tubulações por meio da pressão. Produzida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em **parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)**, a publicação apresenta a metodologia de medição de vazão de água com a técnica de pitometria desenvolvida pelo IPT.

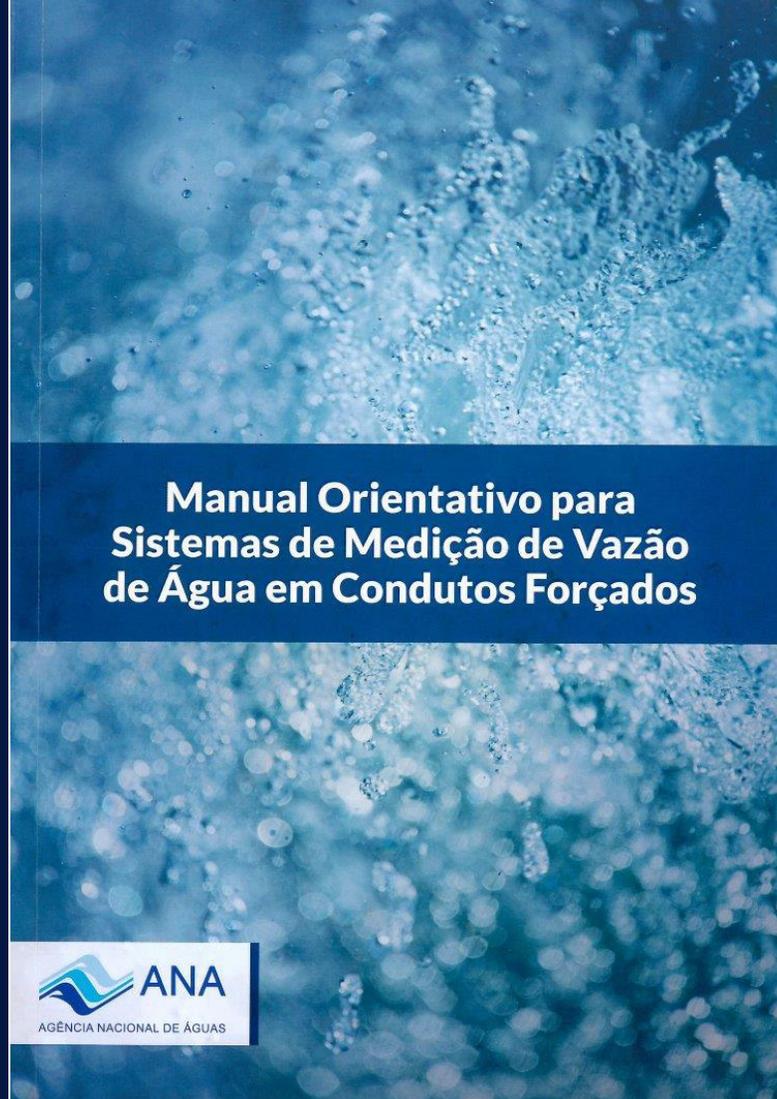
<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-lanca-manual-tecnico-sobre-calibracao-de-medidores-de-vazao-em-grandes-tubulacoes>

<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-lanca-manual-tecnico-sobre-calibracao-de-medidores-de-vazao-em-grandes-tubulacoes/manual-orientativo-pitometria.pdf>



PARCERIA ANA E IPT

- Publicações de manuais orientativos
- Treinamento de equipes de várias empresas de saneamento do Brasil



Manual Orientativo para Sistemas de Medição de Vazão de Água em Conduitos Forçados



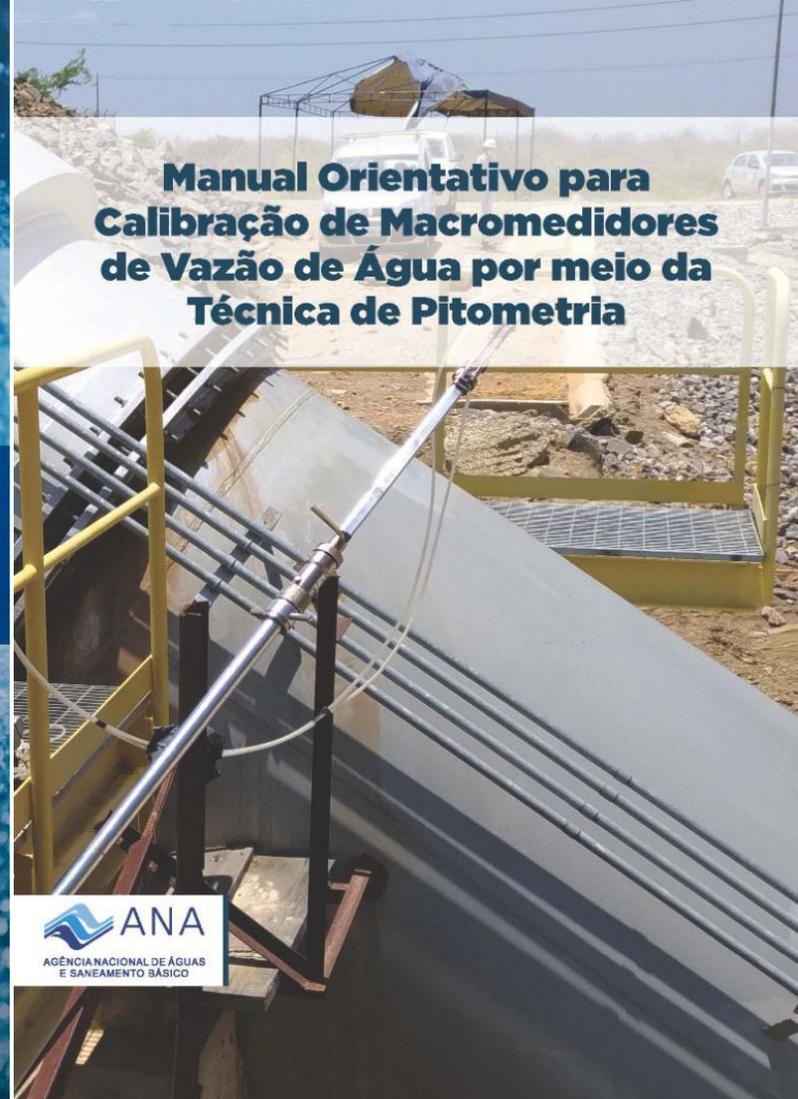
A265m Agência Nacional de Águas (Brasil).
Manual orientativo para sistemas de medição de vazão de água em
conduitos forçados / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019.

102 p. il.
ISBN: 978-85-8210-064-6

1. Vazão - Medição. I. Título.

CDU556.08(035)

2020



Manual Orientativo para Calibração de Macromedidores de Vazão de Água por meio da Técnica de Pitometria



A265m Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil).

Manual orientativo para calibração de macromedidores
de vazão de água por meio da técnica de pitometria / Agência
Nacional de Águas e Saneamento Básico. – Brasília: ANA, 2021.

152 p. il.
ISBN: 978-65-88101-09-4 (Digital)

1. Vazão - Medição. I. Título.

2021



https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes#planos_de_recursos_hidricos



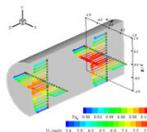
COPASA - Metas cumpridas e lições aprendidas

Há muito tempo.....



**DESAFIOS DA MACROMEDIÇÃO PARA
GARANTIR A CONFIABILIDADE DOS ÍNDICES
DE PERDAS**

Nilson Massami Taira
nmtaira@ipt.br



ipt

MEDIÇÃO DE VAZÃO
MELHORIA DA CONFIABILIDADE

METAS

- Introduzir conceitos de **metrologia de fluidos** na Cia. para engenheiros e gerentes ✓
- Calibrar medidores periodicamente (em lab. ou campo) ✓
- Executar balanços de hídricos nos sistemas produtores e de distribuição; ✓
- Modernizar a metodologia para calibração de grandes medidores em campo. ✓

“Metrologia é uma ferramenta de gestão da confiabilidade”

Gerar confiabilidade nas ações de combate às perdas e na declaração dos seus índices.



ipt

Participação com sucesso em programas interlaboratoriais de Pitometria





Nilson Massami Taira

Tecnologias Regulatórias e Metrológicas - TRM

Av. Prof. Almeida Prado, 532 Cidade Universitária

05508 901 São Paulo SP

Tel.: (11) 3767.4756 / 3767.4738

nmtaira@ipt.br 11+98609.6487

