



# IMPACTOS DA REGULAÇÃO NA INOVAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE SISTEMAS DE MEDAÇÃO DE O&G

UNIDADE DE TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E  
METROLÓGICAS – TRM

10.04.2024

A REGULAÇÃO COMO FATOR INDUTOR DO  
DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE O&G

# IMPACTOS DA REGULAÇÃO NA INOVAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE SISTEMAS DE MEDAÇÃO DE O&G

## APRESENTAÇÃO

**Engº Rubens Silva Telles**

Pesquisador Sênior do Laboratório de Vazão da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas-TRM do IPT

Especialista em Metrologia na Área de Óleo e Gás

Gerente para Apoio aos Negócios da Unidade TRM



# INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE

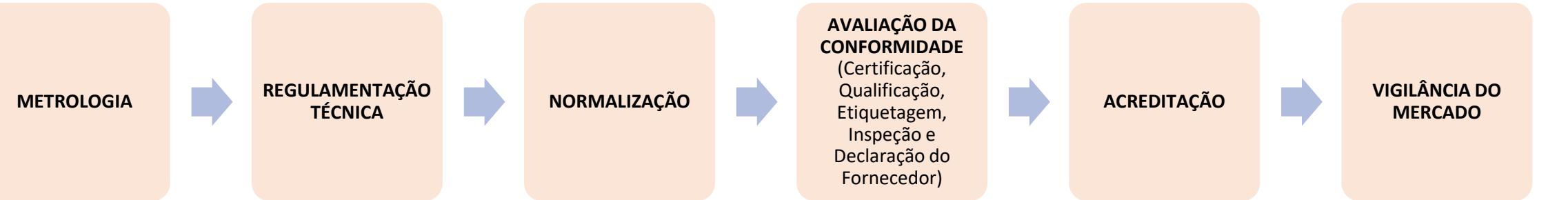
A Infraestrutura da Qualidade (IQ) é entendida como o sistema que abrange as instituições públicas e privadas, juntamente com as políticas, os arcabouços legal e regulatório e as práticas necessárias para dar apoio e incrementar a qualidade e a segurança de bens, serviços e processos, assim como proteger o meio ambiente.

Os seus componentes principais são a Metrologia, a Regulamentação Técnica, a Normalização, a Avaliação da Conformidade, a Acreditação e a Vigilância de Mercado.

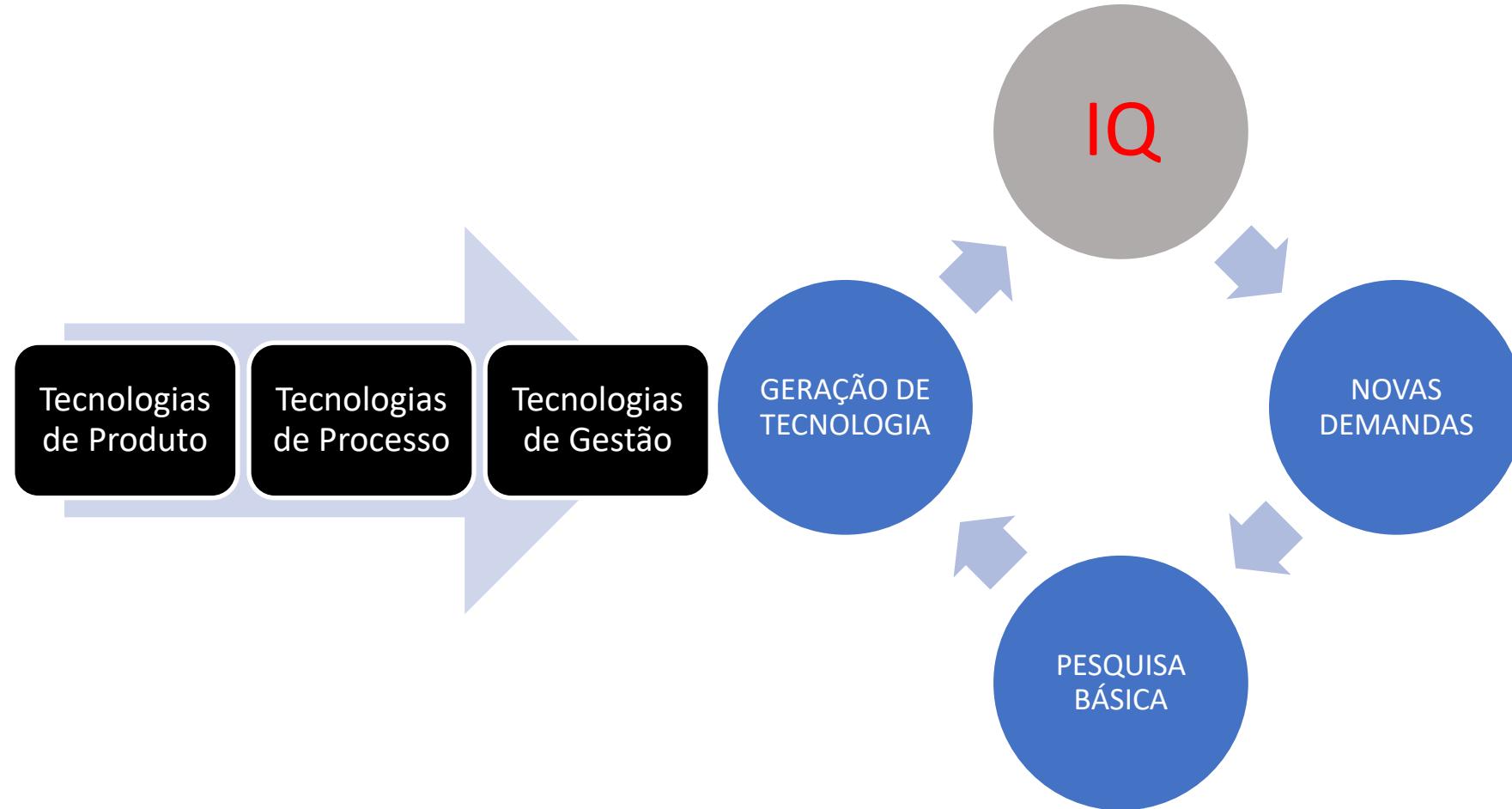
Esta apresentação estará focada em aspectos da Regulamentação Técnica.

# INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE

IQ



# INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE – CICLO DE INOVAÇÃO



# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Primeira Versão - 2000

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP  
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO  
REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO  
DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL  
aprovado pela  
PORTARIA CONJUNTA N° 1, DE 19 DE JUNHO DE 2000

- Estabeleceu as **condições e requisitos mínimos** que os sistemas de medição de petróleo e gás natural deveriam observar, com vistas a garantir resultados acurados e completos.
- Estabeleceu as definições de **medição fiscal, de apropriação e operacional**, além de determinar as **incertezas máximas de medida** (gás natural) e **classes de exatidão de medida** (petróleo) às quais as tecnologias de medição de fluidos poderiam ser utilizadas.

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Primeira Versão - 2000

### Tecnologias de medição em linha para gás natural:

- Sistemas de medição com medidor do tipo turbina;
- Sistemas de medição com medidor do tipo ultrassônico.
- **Sistemas de medição com medidor do tipo placa de orifício.**

### Tecnologias de medição em linha para petróleo:

- Sistemas de medição com medidor do tipo deslocamento positivo;
- Sistemas de medição com medidor do tipo turbina;
- Sistemas de medição com medidor do tipo mássico Coriolis;
- **Sistemas de medição com medidor do tipo ultrassônico.**

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Primeira Versão - 2000

### O caso da inspeção dimensional de trechos retos de tubos de medição



Trechos de medição (tramos) com placa de orifício precisam ser projetados e fabricados com dimensões e acabamento superficial conforme requisitos de normas construtivas (placas de orifício)

Os parâmetros dimensionais, de forma e qualidade superficial precisam ser medidos e certificados para constatar a conformidade aos requisitos das normas técnicas.

No início, houve dificuldades dos fabricantes nacionais em conseguir atender às especificações e tolerâncias das normas técnicas definidas no Regulamento. Ao longo do tempo, esse gargalo foi sendo resolvido.

O Regulamento e a fiscalização constituíram-se em fatores indutores do desenvolvimento tecnológico da indústria nacional de *skids* de medição de óleo e gás.

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Primeira Versão - 2000

### O caso da inspeção dimensional de trechos retos de tubos de medição

Novos fabricantes de tramos de medição (ampliação de portfólio)

Inovação: metodologia de fabricação



Melhorias no sistema de qualidade dos fabricantes

Qualificação de fornecedores



Laboratórios acreditados para as medições

Ensaios de proficiência específicos

**APRIMORAMENTO  
da IQ!**

**CRIAÇÃO DE  
NOVOS NEGÓCIOS**

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Primeira Versão - 2000

### O caso do medidor ultrassônico para petróleo – Impactos - Inovação

Em 2003, um FPSO utilizava um medidor ultrassônico de grande porte para as operações de medição fiscal e *off-loading* (alívio dos tanques de óleo do navio plataforma).

Problema: a faixa de vazão calibrada em laboratório do exterior ( $3600 \text{ m}^3/\text{h}$ ) era inferior à vazão de operação ( $5200 \text{ m}^3/\text{h}$ ) e muito acima da capacidade dos laboratórios nacionais.



Estudo estatístico desenvolvido no Laboratório de Vazão do IPT aplicando técnicas de análise de dados (*Analytics*) demonstrou que era possível extrapolar a curva de calibração, ajustando adequadamente as incertezas de medida, e admitir como aceitáveis os resultados das medidas obtidas pelo medidor nas faixas mais altas.

**INOVAÇÃO**: utilizou-se a análise de dados como ferramenta para monitorar o desempenho do medidor fiscal.

**CIÊNCIA DE DADOS em 2003!**

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Segunda Versão - 2013

**Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP**  
**Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO**  
**REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL**  
aprovado pela  
**RESOLUÇÃO CONJUNTA N° 1, DE 10 DE JUNHO DE 2013**

- O Regulamento estabeleceu as condições e os requisitos técnicos, construtivos e metrológicos mínimos que os sistemas de medição de petróleo e gás natural deveriam observar, com vistas a garantir a credibilidade dos resultados de medição.

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Segunda Versão - 2013

**Estabeleceu tecnologias de medição em linha para petróleo e gás natural:**

- a) *Medidor compatível com os requisitos deste Regulamento e que atenda aos requisitos técnicos e metrológicos exigidos pelo Inmetro;*
- b) *Sistema de calibração fixo ou móvel, apropriado para a calibração dos medidores, ou procedimento de retirada do medidor para calibração ou verificação em laboratório, conforme o tipo de aplicação.*

E ainda, obrigou que o fluido a ser utilizado na calibração do medidor em laboratório possua propriedades semelhantes ao hidrocarboneto explorado, em especial a densidade e viscosidade dentro de  $\pm 20\%$  de variação.

O regulamento facilitou a entrada de outras tecnologias de medição, porém que obrigatoriamente atendessem aos requisitos técnicos e metrológicos do INMETRO.

Além disso, obrigou que todas as calibrações dos medidores fossem realizadas por laboratórios acreditados nacionais e nas faixas não atendidas, por laboratórios estrangeiros.

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Segunda Versão - 2013

**Estabeleceu também a obrigatoriedade da implementação de um sistema de gestão da medição**

- *Deve ser aplicado um modelo de sistema de gestão da medição de forma a assegurar a eficácia e adequação dos sistemas ao uso pretendido, além de gerenciar o risco de resultados de medições incorretas.*

**Consequências:** criação de sistemas de gestão da medição conforme a norma ISO 10012 nas unidades de produção e transferência de petróleo e gás natural. Melhoria na condução dos processos de medição e formação de um mercado de treinamento e certificação nesta norma.

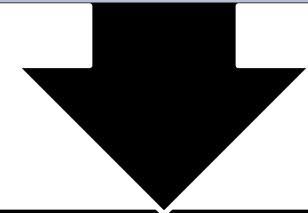
**INOVAÇÃO:** a norma ISO 10012 com fator indutor na aplicação de tecnologias de gestão inovadoras.

# IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## – Portaria ANP/INMETRO N° 1 / Segunda Versão - 2013

Aceitação de conjuntos de medidores de vazão

Inovação: aceitação da calibração de medidores com provadores nas instalações em campo



Gestão da medição na exploração e transporte de O&G

Inovação: adotada a ISO 10012

**FORTELECIMENTO  
da IQ!**

**NOVOS NEGÓCIOS**

# REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## Terceira Versão – 2024 (prevista)

**Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP**  
**Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO**

**REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL**  
aprovado pela  
**Resolução Conjunta Nº X, 2024 (PREVISTO)**

A exemplo das edições anteriores, esta nova versão do Regulamento estabelece as condições e os requisitos técnicos, construtivos e metrológicos mínimos que os sistemas de medição de petróleo e gás natural devem observar, com vistas a garantir a credibilidade dos resultados de medição.



# O IMPACTO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL – PORTARIA ANP/INMETRO N°1 – TERCEIRA VERSÃO – 2024 (PREVISTO)

## Principais modificações:

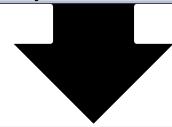
- Pode-se utilizar outras tecnologias de medição em linha, desde que existam estudos comprovando a exatidão, repetitividade, reproduzibilidade das medidas e se atendem aos níveis de incerteza exigidos.
- Uso de tecnologias em medição de vazão para gás natural que resultem em medidas com menores incertezas. Possibilidade de uso da tecnologia ultrassônica em medições fiscais e de transferência de custódia.
- Criação das categorias de vazão (de A a D) em função de uma classificação da maior faixa para a menor. Com isso, será possível o uso de tecnologias mais caras em altas vazões em campos muito produtivos e de tecnologias mais tradicionais e de custo menor em campos com produção menor.

# REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDAÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

## Terceira Versão – 2024 (prevista)

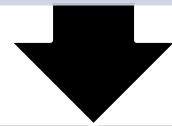
Permissão de entrada de novas tecnologias de medição

Inovação: novas pesquisas a serem desenvolvidas nas universidades, ICTs nas empresas



Uso das tecnologias atuais na medição de gás natural

Melhoria na operação e redução na incerteza de medição



Implementação das categorias de vazão estimula o uso localizado dos hidrocarbonetos

Estímulo ao desenvolvimento local das regiões com produção *onshore* de hidrocarbonetos (em especial o gás natural)



Sistema de medição por medidor ultrassônico bidirecional

# REGULAMENTO TÉCNICO DE MEDIÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL - RESUMO

## O caso do RTM da ANP/Inmetro

Um regulamento bem elaborado facilita a sua implementação e aceitação pelo mercado regulado.

A revisão sistemática do regulamento, por meio de análises de impacto e consultas públicas, permite saltos tecnológicos.

Uma regulação adequada e efetiva permite o desenvolvimento do setor e contribui para o inovação na indústria nacional.

# E NA ÁREA DE SANEAMENTO? MEDIÇÃO DE ÁGUA

Na distribuição, os medidores de água possuem aprovação de modelo e são verificados no âmbito da Metrologia Legal.

Hoje já existe uma infraestrutura laboratorial pelo país para a verificação e calibração desses medidores.

Mas, diferentemente à área de petróleo e gás, as incertezas nas medições de água são bem maiores.

As medições de água em condutos forçados já possuem uma razoável infraestrutura laboratorial de apoio metrológico.

Porém, as medições de água bruta realizadas em canais abertos ainda não dispõem dessa infraestrutura metrológica.

# ÁREA DE SANEAMENTO MEDIÇÃO DE ÁGUA

Com as grandes incertezas na medição em água (> 5 %), o investimento em melhoria tecnológica da medição de água mostra-se extremamente atrativa para as partes envolvidas (empresas e governos).

Com a privatização das concessionárias do setor de saneamento, as empresas que captam e tratam a água podem ser diferentes das que a distribuem, gerando os problemas das diferenças de medição na transferência de custódia.

O setor de saneamento carece de um arcabouço normativo, regulatório e de infraestrutura da qualidade nos moldes do setor de P&G

O setor de saneamento apresenta um potencial de impacto social muito grande! Devido às altas taxas de perdas de água na distribuição, de 30 % a 70 %, é o setor onde o retorno dos investimentos é mais imediato e certo. Por isso, a importância de uma medição confiável da água para as ações de redução das perdas.

# ÁREA DE SANEAMENTO MEDIÇÃO DE ÁGUA

Para os grandes vazões de água (adutoras), já existem estudos em desenvolvimento para as melhores práticas metrológicas.

Tanto para medidores de condutos forçados, como mais recentemente para medidores de canais abertos.



Uso do tubo do Pitot como medidor padrão para a calibração do macromedidor instalado em adutora.



# ÁREA DE SANEAMENTO MEDIÇÃO DE ÁGUA - INOVAÇÃO

Cursos de capacitação  
em metrologia de  
vazão de água e gestão  
da medição

Estudos experimentais  
das tecnologias de  
medição de vazão em  
canais livres

INOVAÇÃO: uso de  
medidores que são  
utilizados para outras  
aplicações. Pesquisa.

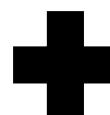
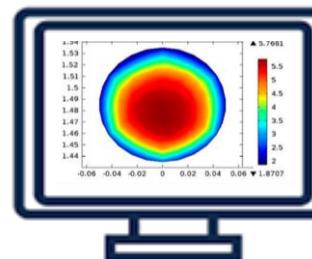
INOVAÇÃO:  
Metrologia 4.0

# ÁREA DE SANEAMENTO MEDIÇÃO DE ÁGUA – METROLOGIA 4.0

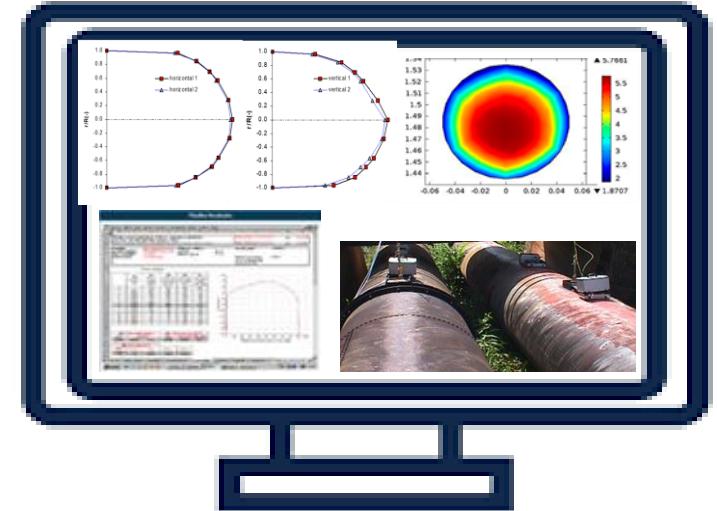
- Necessidade de interromper distribuição de água – planejamento com muita antecedência.
- Interrupção durante a madrugada!
- Equipamentos INTRUSIVOS.
- Dificuldade de longas medições devido a complexidade da instrumentação e instalações.



Simulação CFD  
combinada com  
modelagem  
matemática.



*Big data* de  
perfis de  
velocidade e  
instalações.



**FUTURO**

# INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE

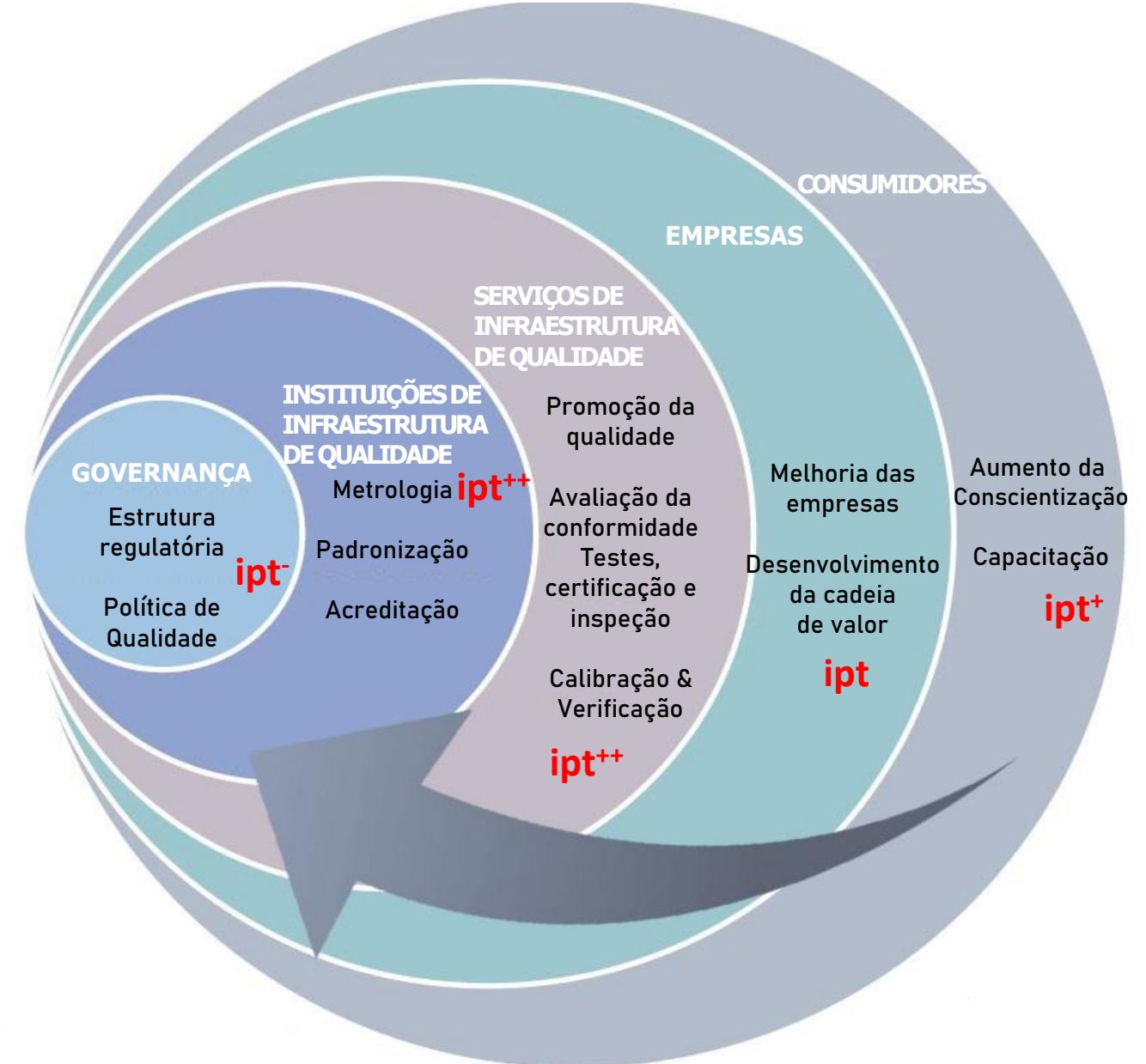


UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

Abordagem sistêmica para  
o desenvolvimento da IQ



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 9  
INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



Adaptado de: UNIDO, Metrology in support of the SDGs



# 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 METROTOMOGRAFIA



**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 m<sup>2</sup> 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



# 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



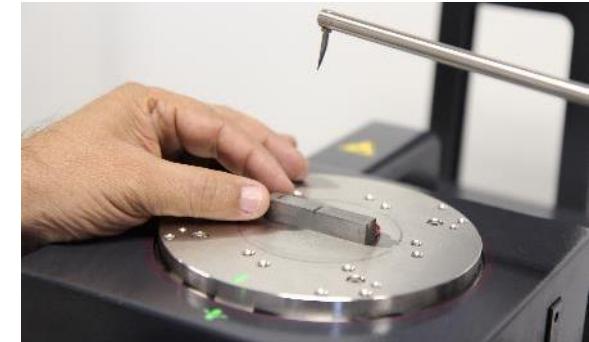
## Indústria 4.0

- 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

- 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



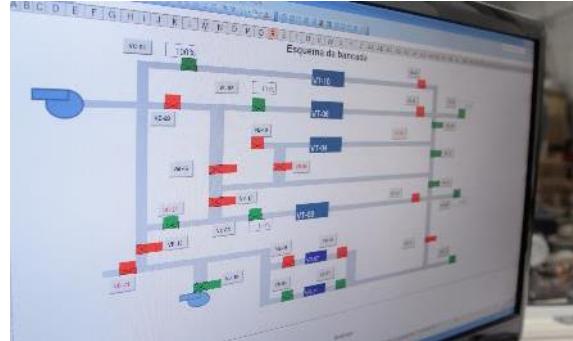
## Meio ambiente

- 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
- Telemetria
- 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





# Obrigado!

- Rubens Silva Telles
- [rtelles@ipt.br](mailto:rtelles@ipt.br) (11) 3767.4756 (12) 99105.0515

 [linkedin.com/school/iptsp/](https://linkedin.com/school/iptsp/)

 [instagram.com/ipt\\_oficial/](https://instagram.com/ipt_oficial/)

 [youtube.com/@IPTbr/](https://youtube.com/@IPTbr/)

[www.ipt.br](http://www.ipt.br)