

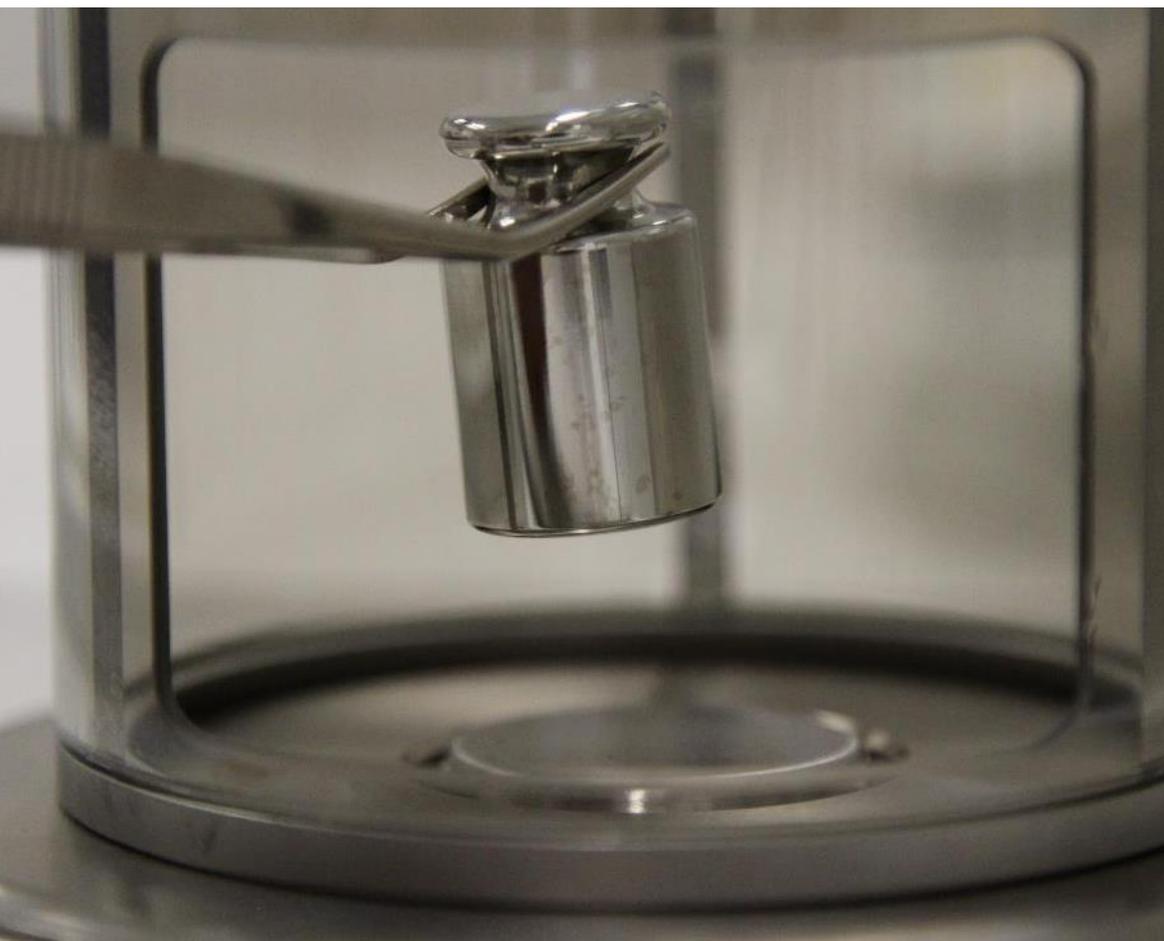
Tecnologias regulatórias e metrológicas

Nilson Massami Taira

*Palestra apresentada Summit sobre a
Infraestrutura da Qualidade no setor de
Petróleo, Gás e Combustíveis, no dia 4
de outubro de 2023, no Ipem-SP. 27
slides*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PRODIBIDO A REPRODUÇÃO



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



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



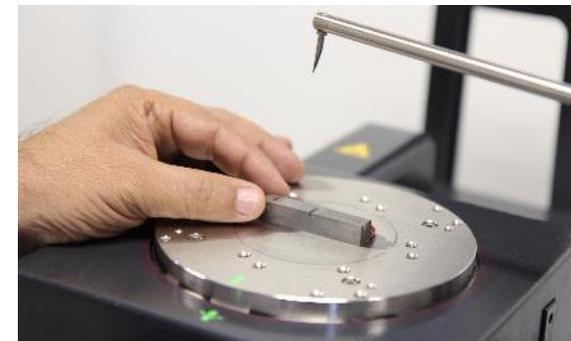
Indústria 4.0

- 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



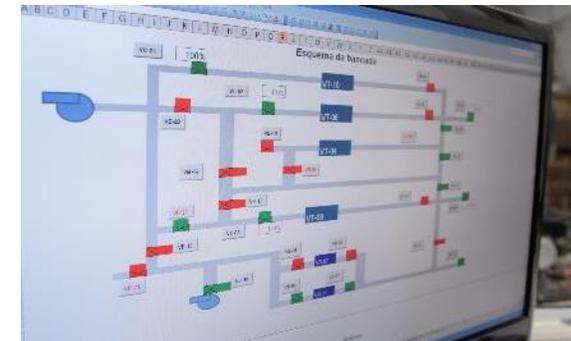
Meio ambiente

- 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



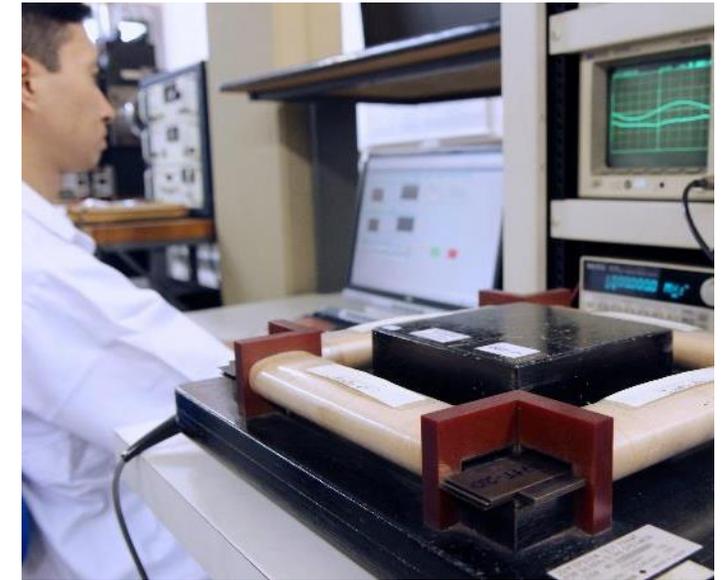
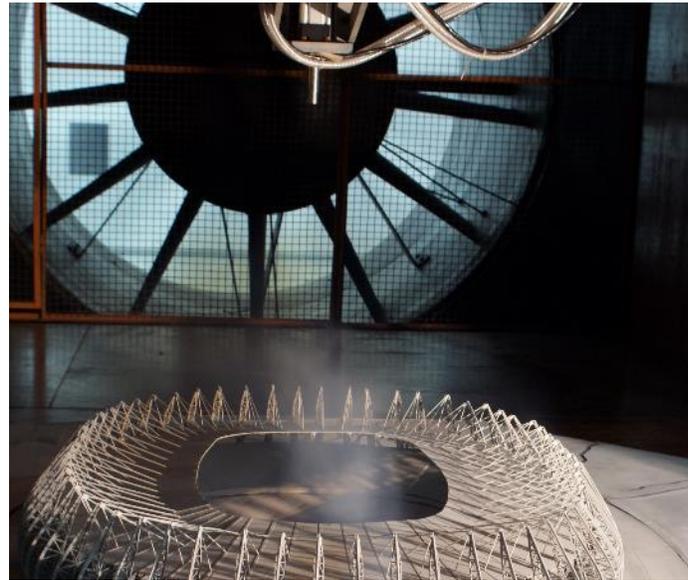
Cidades inteligentes

- Smart metering
- 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



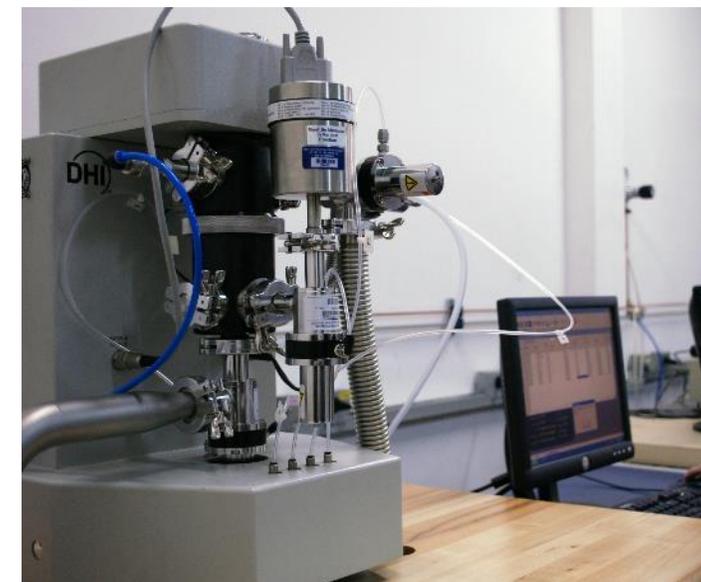
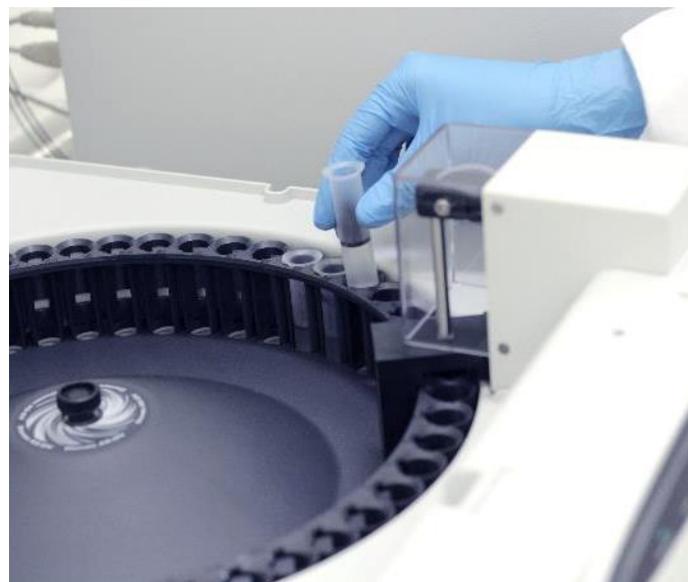
DESTAQUES DA INFRAESTRUTURA

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

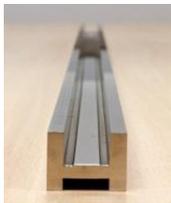


DESTAQUES DE INFRAESTRUTURA

- Rack de medição de radiofrequências
- Cromatógrafo de íons
- Espectrômetros de plasma indutivo (óptico e de massas)
- Difratorômetro de Raios X
- Espectrômetros de Raios X
- Balança de pressão para calibração de transdutores de pressão
- Calibração de célula de carga



TRM – A MEDIDA EXATA ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO



Padrões de dimensão
e massa

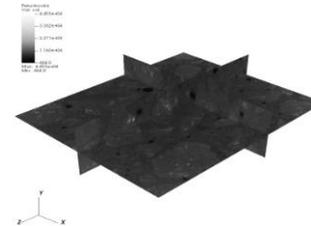
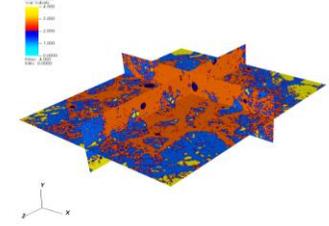
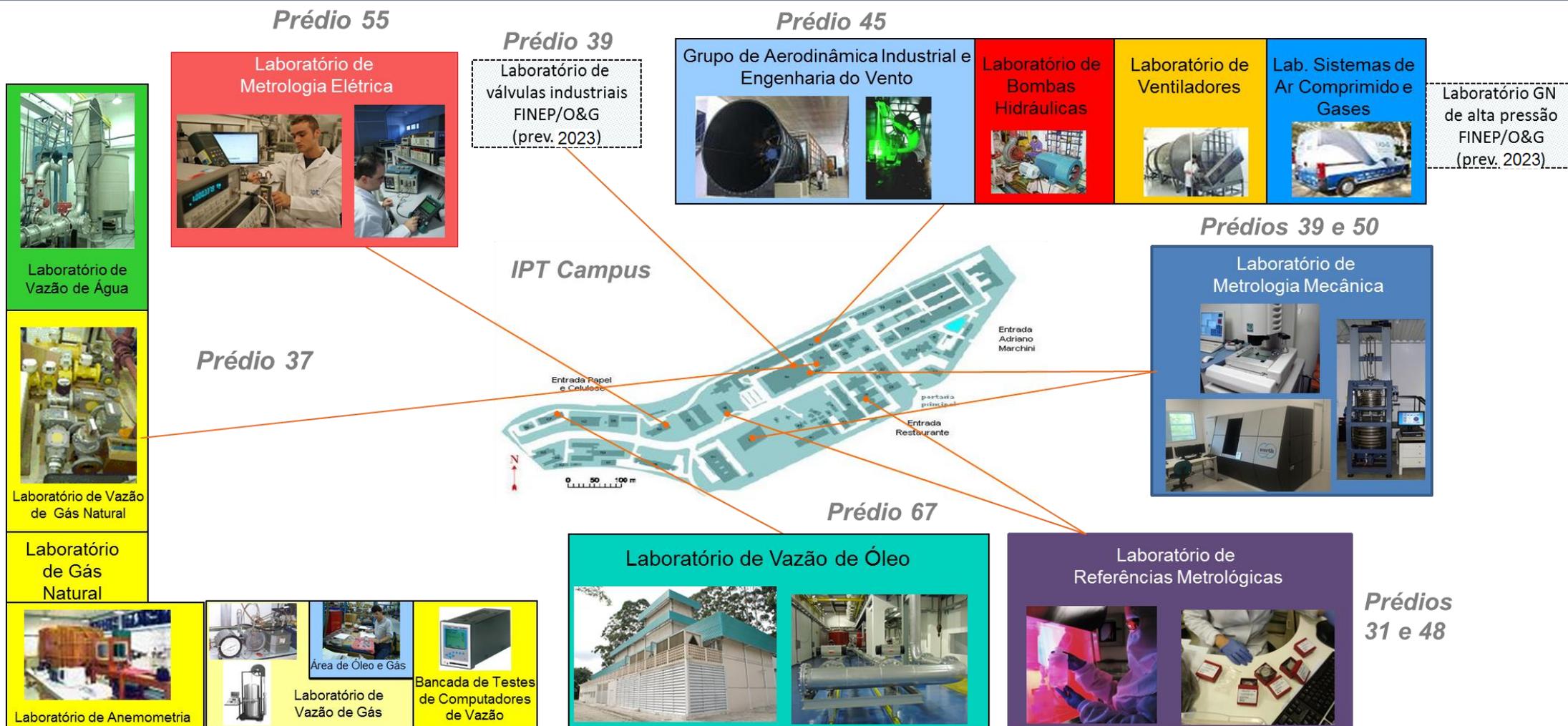


Imagem de porosidade
de bloco de concreto
obtido por tomografia



LOCALIZAÇÃO



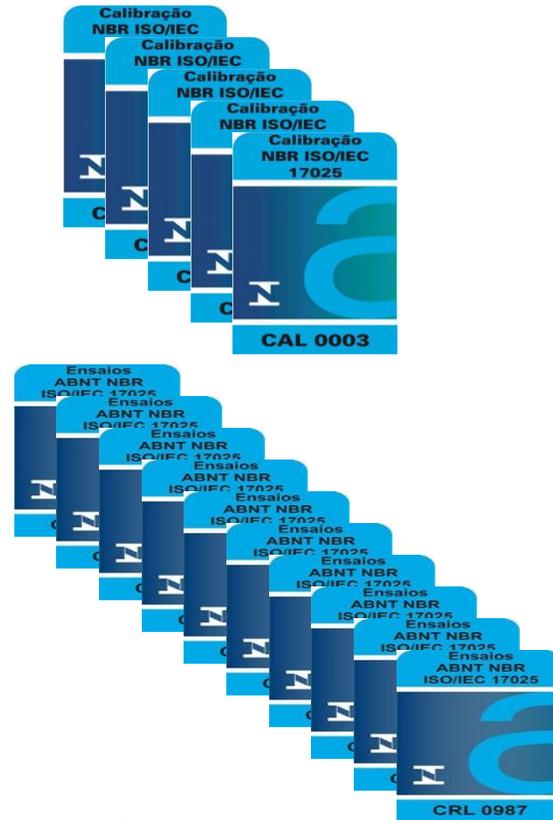
IPT - SERVIÇOS METROLÓGICOS, ENSAIOS E ANÁLISES

GRUPOS DE SERVIÇOS ACREDITADOS RBC/RBLE (NBR ISO/IEC 17025)

- ACÚSTICA E VIBRAÇÕES
- ALTA FREQUÊNCIA E TELECOMUNICAÇÕES
- DIMENSIONAL
- ELETRICIDADE E MAGNETISMO
- FÍSICO-QUÍMICA
- FORÇA, TORQUE E DUREZA
- MASSA
- ÓPTICA
- PRESSÃO
- RADIAÇÕES IONIZANTES
- TEMPERATURA E UMIDADE
- TEMPO E FREQUÊNCIA
- VAZÃO E VELOCIDADE DE FLUIDOS
- VISCOSIDADE
- VOLUME E MASSA ESPECÍFICA

CLASSE DE ENSAIO

- ENSAIOS ACÚSTICOS, DE VIBRAÇÃO E CHOQUE
- ENSAIOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS
- ENSAIOS MECÂNICOS
- ENSAIOS ÓPTICOS
- ENSAIOS QUÍMICOS
- ENSAIOS TÉRMICOS



ÁREA DE ATIVIDADE

AGRICULTURA E PECUÁRIA

ALIMENTOS E BEBIDAS

AUTOMOTIVA E OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE

BRINQUEDOS, PRODUTOS INFANTIS E ARTIGOS PARA FESTAS

CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL

CONSTRUÇÃO CIVIL

COURO, CALÇADOS E ARTIGOS AFINS

ELETRODOMÉSTICOS E SIMILARES

EMBALAGENS

EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS MÉDICO-HOSPITALAR E ODONTOLÓGICO

EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE

MÁQUINAS PARA ESCRITÓRIO E EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA

MEIO AMBIENTE

METALURGIA

MINERAIS METÁLICOS

MINERAIS NÃO-METÁLICOS

MOTORES, EQUIPAMENTOS E MATERIAIS ELÉTRICOS

MOVEIS

PETRÓLEO E DERIVADOS, GÁS NATURAL, ÁLCOOL E COMBUSTÍVEIS EM GERAL

PRODUTOS DE BORRACHA E PLÁSTICO

PRODUTOS DE MADEIRA EM GERAL (EXCETO MOVEIS)

PRODUTOS DE METAL

PRODUTOS DE MINERAIS NÃO METÁLICOS

PRODUTOS DO FUMO

PRODUTOS QUÍMICOS

PRODUTOS RELACIONADOS A SAÚDE E SEGURANÇA HUMANA

SAÚDE HUMANA

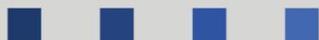
TÊXTIL, VESTUÁRIO E ARTIGOS AFINS

O IPT possui um dos mais abrangentes escopos de acreditação da RBC/RBLE

Serviços com rastreabilidade assegurada

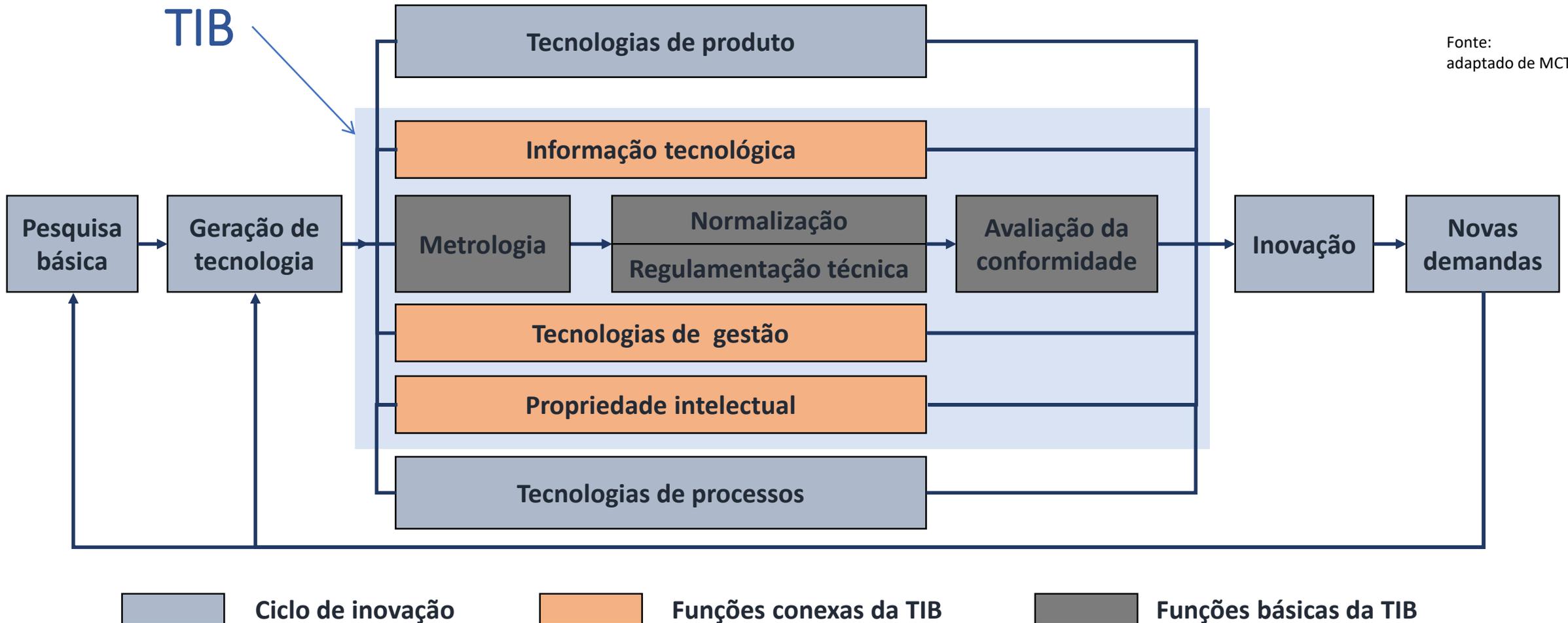


IPT OCP - Organismo Certificador de Produto



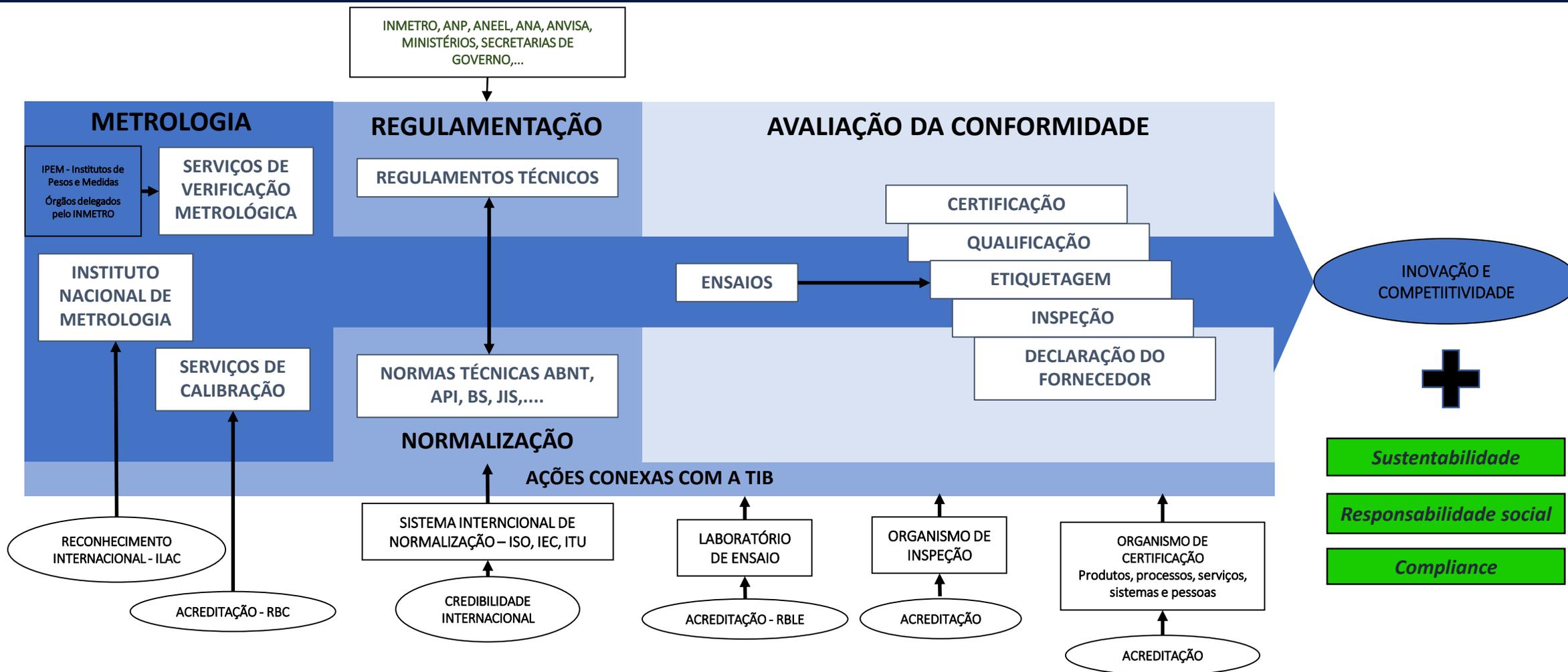
INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE

TIB – TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA



INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE

TIB – TECNOLOGIA INDUSTRIAL BÁSICA



INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE

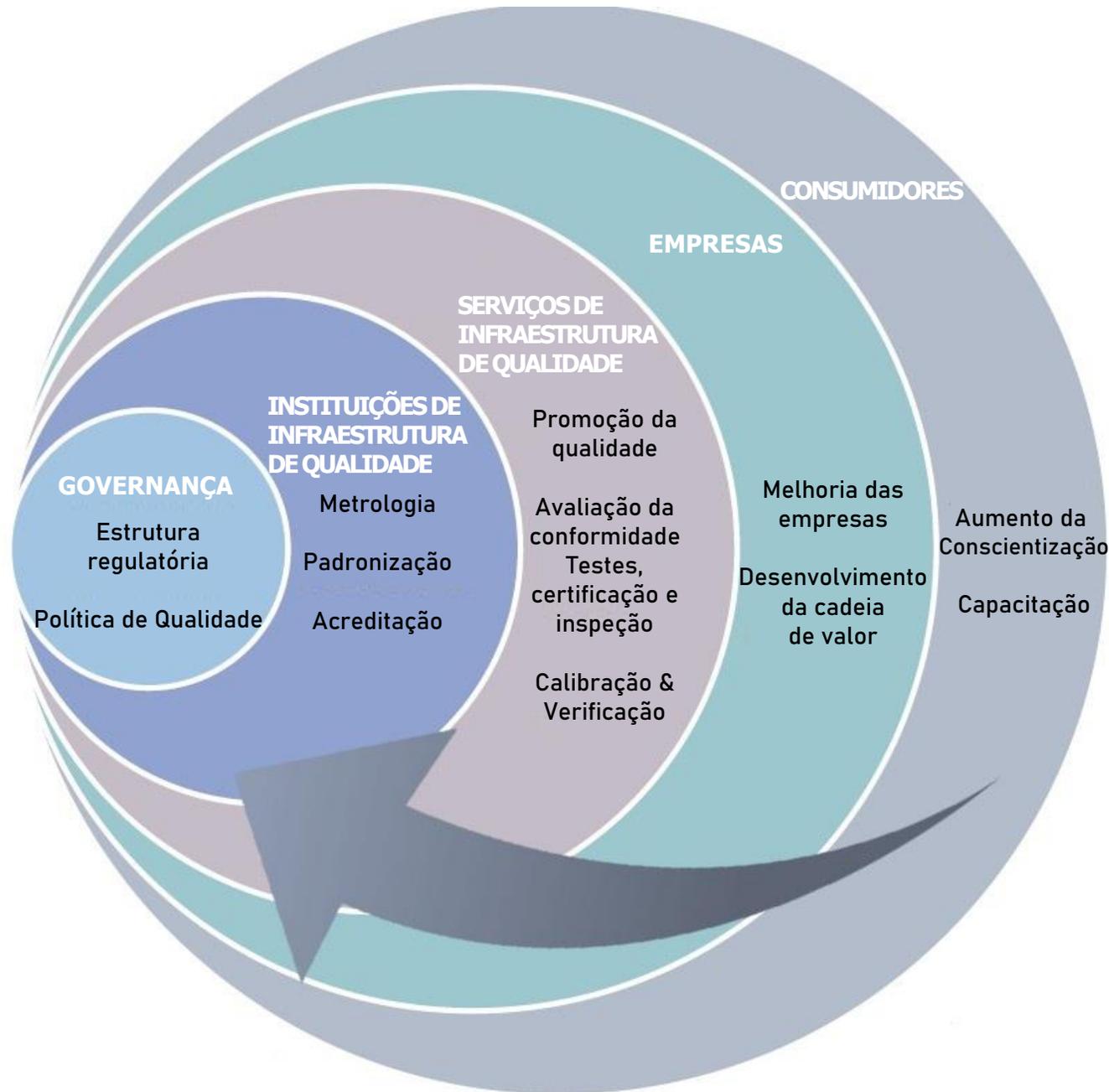


UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

Abordagem sistêmica para o desenvolvimento da IQ

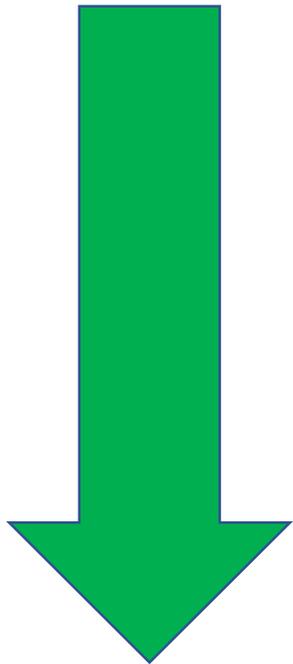


SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 9
INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



Adaptado de: UNIDO, Metrology in support of the SDGs

TIPOS DE METROLOGIA



Grau de inovação



Grau de normalização e regulação

Metrologia Legal (verificação)

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

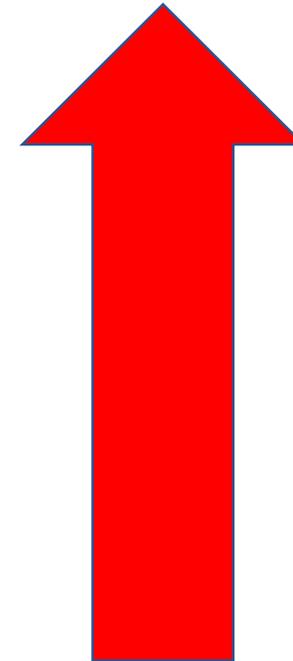
Metrologia Industrial

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.

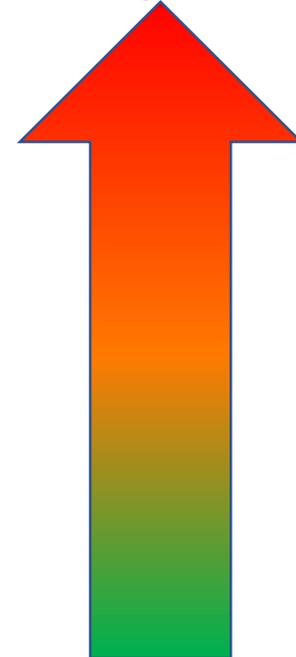
Metrologia Científica

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



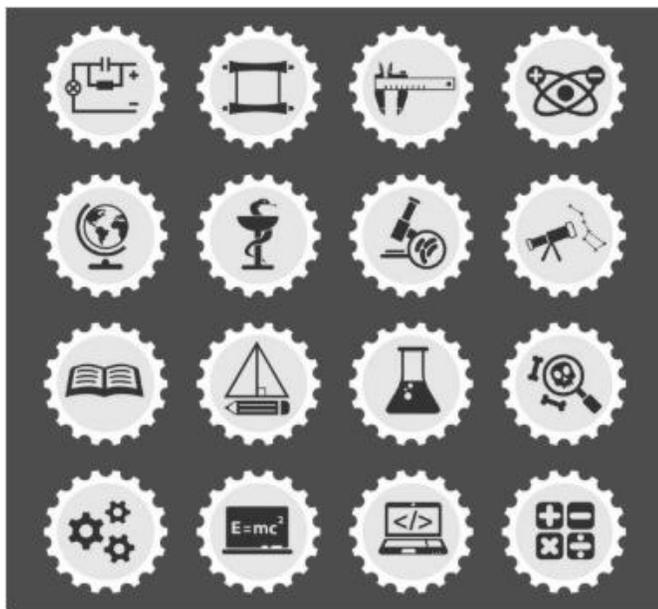
Demanda de transformação digital



METROLOGIA

Metrologia:

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



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.

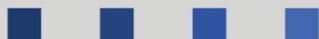
As medições estão na raiz do surgimento da própria civilização, permitindo **organizar a sociedade**, obter conhecimento sobre a **natureza**, o seu tratamento quantitativo e objetivo dos seus **fenômenos** para então, se possível, controlá-los ou reproduzi-los.

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.

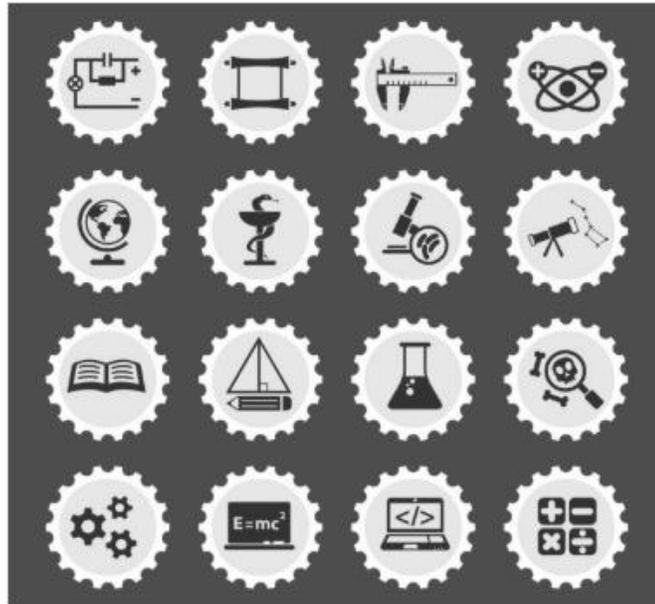
(*) inexistem para muitos produtos e processos inovadores. Ex: veículo autônomo e IA.



METROLOGIA E TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Metrologia:

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



À medida que a sociedade se desenvolve e se torna mais complexa e tecnológica, maior fica a sua dependência de medições, cada vez mais numerosas e mais confiáveis. Desta forma, a **qualidade** das medições e a nossa **confiança** nelas são fundamentais, o que exige uma disciplina do conhecimento especificamente voltada a estas questões, a **Metrologia Avançada**.

O processo de concepção de algo novo impõe desafios à sua fabricação principalmente se os meios de produção e as técnicas de medição não permitirem a sua execução de forma controlada. *“If you can’t measure it, you can’t make it.”*

O conhecimento sobre o mundo que nos cerca e a capacidade de atuar sobre ele, tomando decisões corretas e efetivas, dependem em grande parte da nossa habilidade de fazer medições, ou seja, de quantificar atributos através de um processo de comparação contra **padrões e referências** (*).

(*) inexistem para muitos produtos e processos inovadores. Ex: veículo autônomo e IA.

METROLOGIA E ODS 9, 1, 3, 13, 7, 6, 11 E 12

Garantir a igualdade nas condições econômicas para todos os envolvidos



Garantir medições para a prevenção, o diagnóstico e o tratamento de doenças



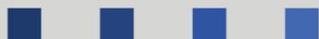
Apoiar a inovação de produtos, a melhoria de processos e a garantia de qualidade



Garantir métricas das mudanças climáticas confiáveis e validadas



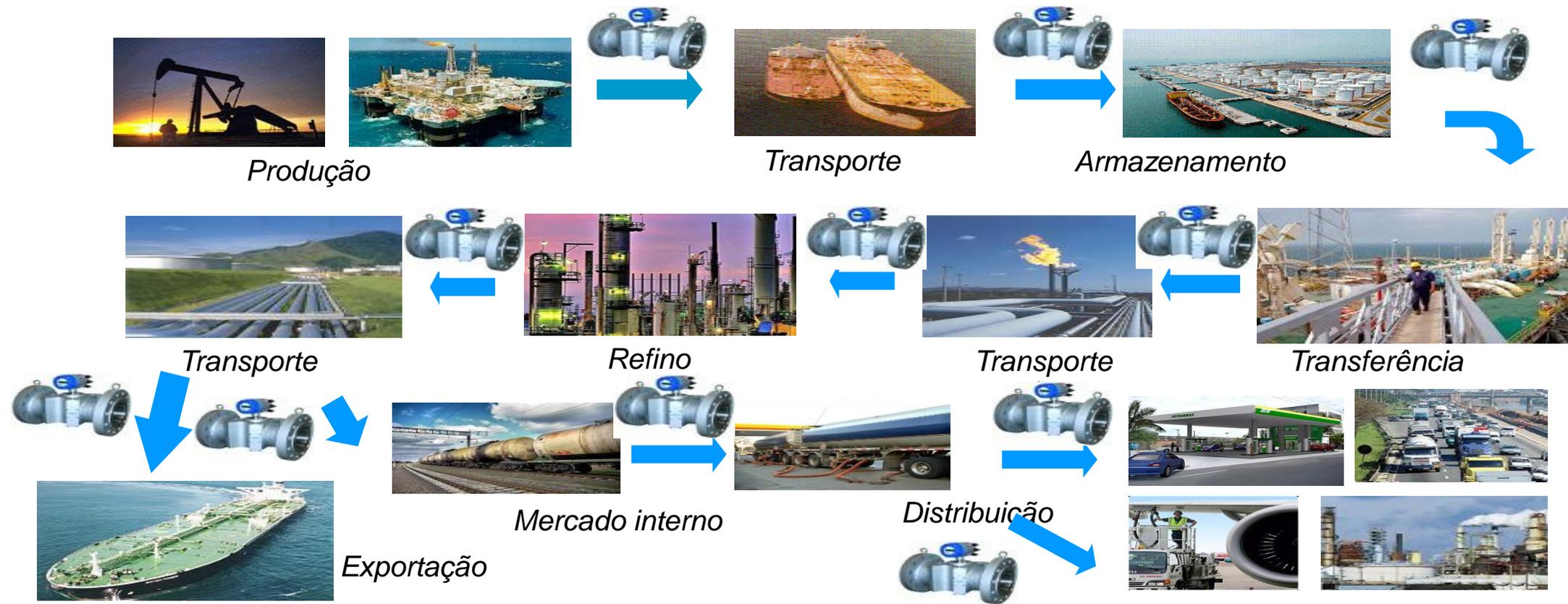
Adaptado de: UNIDO, Metrology in support of the SDGs



INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE NO SETOR DE PETRÓLEO, GÁS E COMBUSTÍVEIS

CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DA CADEIA DE O&G

A medição ocorre em todas as etapas da indústria de óleo, gás e derivados



CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DA CADEIA DE O&G

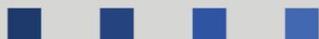
Exemplo: Citygate de gás natural – solução de controvérsias decorrentes de diferenças entre volumes de gás medido



Sistema de medição da transportadora de gás



Sistema de medição da distribuidora de gás



CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DA CADEIA DE O&G

Exemplo: Contrato do IPT com a COMGÁS – ação como preposto técnico

- Testemunho sobre calibrações e manutenções realizadas pela Transpetro ou TBG sobre os seus sistemas de medição de faturamento
- Relato à Comgás das conformidades e não-conformidades
- Avaliação de impactos resultantes de eventuais erros de medição para ressarcimento na fatura do gás entregue



CERTIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE MEDIÇÃO DA CADEIA DE O&G

Desenvolvimento de fornecedores nacionais de sistemas de medição para a indústria de O&G



Itflux Instrumentos de Medição Ltda (Itú/SP)



Gascat Indústria e Comércio Ltda (Indaiatuba/SP)



Vanasa Multigás Indústria e Com. Ltda (Cerquillo/SP)



F Master Sistemas de Medição Ltda (Itú/SP)



Prestserv Eletromecânica Ltda. (Votorantim/SP)



Tecnologia em Solda e Máquina Ltda (Votorantim/SP)



TRANSPETRO



MODEC



DESAFIOS

- **Disseminação da atividade metrológica como ferramenta essencial para promover segurança, qualidade, competitividade, ganhos financeiros e redução de riscos.**

Uma Metrologia onipresente em todas as camadas dos processos industriais, de infraestrutura e de serviços, que além de promover uma relação justa nas transações entre mercados nacionais e globais, desempenha um papel fundamental na sustentabilidade de uma sociedade justa, eficiente e tecnológica.

- **Transformação digital da Metrologia**

Metrologia por imagem: Adequar a tecnologia de sistemas de medição por imagem a determinada aplicação considerando a especificidade desta, de maneira a garantir a qualidade e alcançar os resultados esperados.

Metrologia de sistemas dinâmicos: Condições não controladas dos processos nos quais a técnica é empregada, onde os fenômenos dinâmicos que envolvem sincronismo, tempo de resposta e velocidade de processamento, podendo levar a avaliações errôneas dos resultados obtidos.

DESAFIOS

- **Aprimorar a nossa competência em novas técnicas aplicadas à metrologia (instrumentação virtual, *data science*, TIC, IA, *machine learning*)**

O advento do conceito da manufatura avançada exigirá dos metrologistas uma visão ampliada da metrologia, em grande parte praticada somente em laboratórios, e também na convergência de ferramentas tecnológicas disponíveis em outras áreas do conhecimento (ex. NBIC e tecnologias invisíveis).

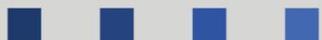
- **Metrologia de Industrial IoT**

Já é possível notar a disponibilização no mercado de novas tecnologias de sensores com diversos recursos: sistemas de digitalização, transmissão, armazenamento, processamento e análise de dados que possibilitarão em breve a exploração de um potencial notável da informação e controle. Trata-se de sensores emergentes (semicondutores) que possivelmente não poderiam ser calibrados segundo os métodos tradicionais dos laboratórios de calibração visto que são integrados a equipamentos que possuem diversas funcionalidades.

DESAFIOS

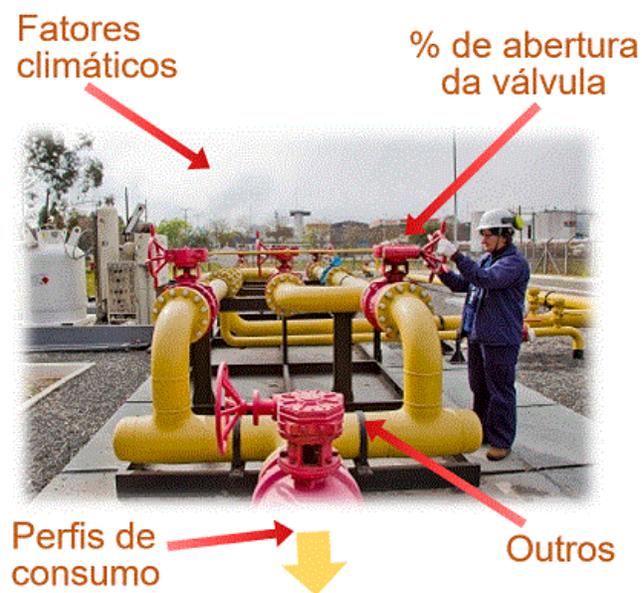
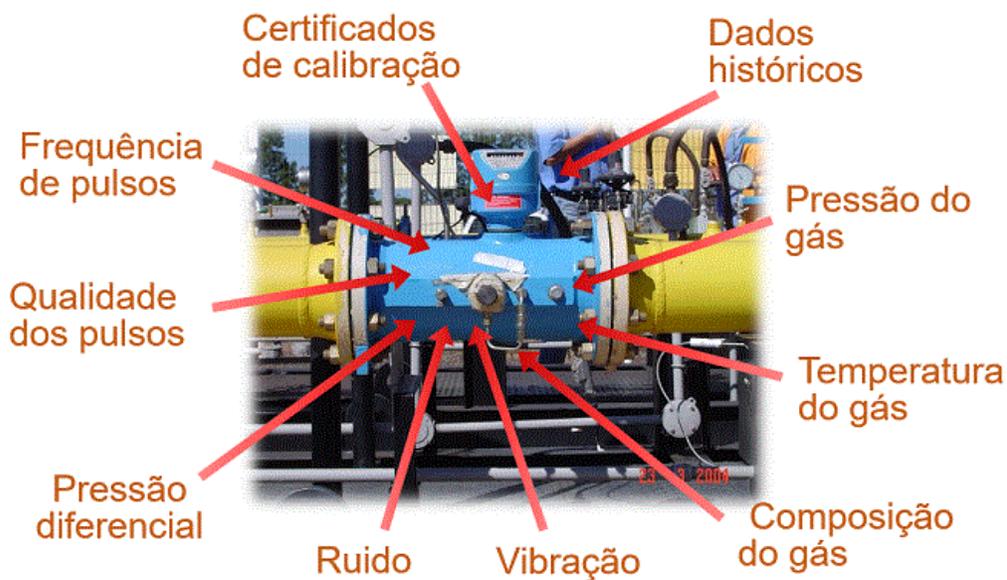
- Investimentos provenientes do royalties não estão sendo utilizados em P&D&I de Metrologia Avançada
- Carência de capital intelectual em metrologia no mercado de O&G
- Demandas emergentes de tecnologias para medição de vazão de fluidos em alta pressão e multifásico
- Concorrência internacional com qualidade questionável
- Concorrência predatória nos serviços de calibração e avaliação de conformidade
- Ausência de cultura em *JIP*, consórcio e projetos de pesquisa pré-competitivo

O sucesso econômico de um país depende da capacidade de fabricar e comercializar produtos e componentes fabricados e testados com precisão e que sejam aceitos pelos parceiros comerciais.



TÉCNICAS AVANÇADAS APLICADAS À METROLOGIA

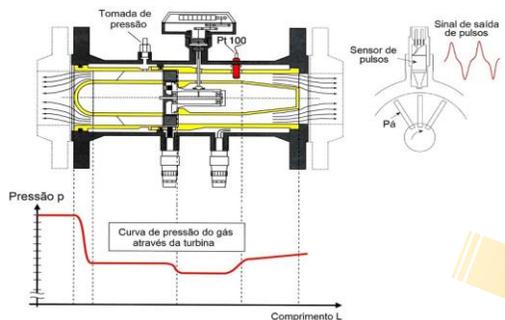
- Por meio da aplicação de tecnologias modernas de IoT industrial, TIC, *big data*, *analytics*, IA, *machine learning* e simulação construir um protótipo de metodologia para o monitoramento de um sistema de medição (SM) de vazão de gás natural orientado por dados de parâmetros de processo correlacionáveis.



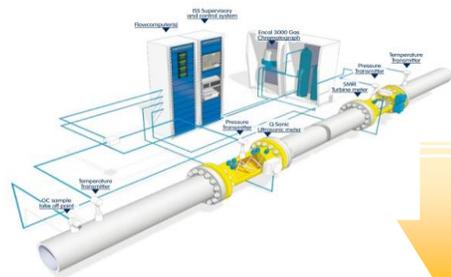
- Disponibilizar serviços metrológicos agregando mais inteligência e valor.
- Estabelecer um novo produto e ampliar a participação das atividades metrológicas no Brasil.

NOVO PARADIGMA: MONITORAMENTO DO SM ORIENTADO POR DADOS

Exemplo de sistema de medição de gás de uma usina termoeletrica



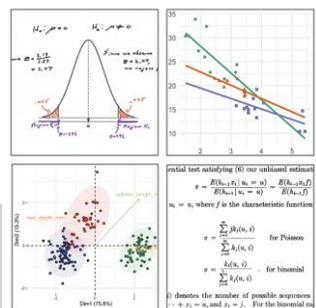
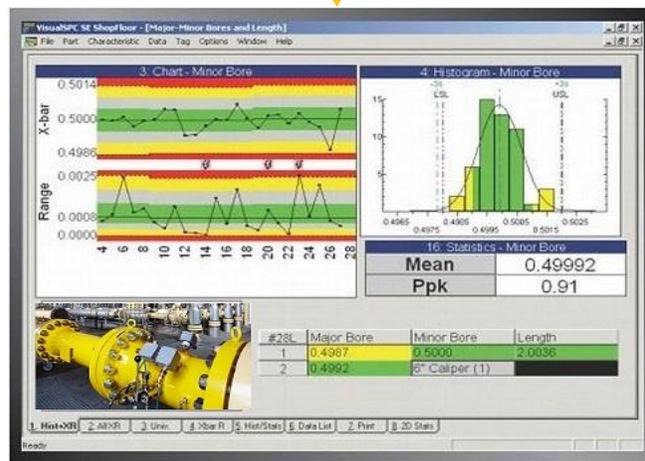
Monitoramento da frequência e qualidade do sinal de saída de pulsos



Monitoramento da propriedades do gás (pressão, temperatura, composição, Z e velocidade do escoamento)



Monitoramento de parâmetros de operação da UTE (geração de energia, ajuste das válvulas e bombeamento)

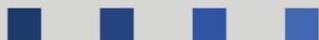


Análise dos dados monitorados e detecção de padrões de desempenho



Revalidação do modelo previsional via recalibração eventual do medidor

Aquisição, armazenamento e tratamento dos dados monitorados



UM MODELO DE REDE PARA CONSTRUÇÃO DE COMPETÊNCIA

<https://plataformaiasmin.org.br/>

Plataforma IAsmin

A Evolução da Indústria Brasileira para o Padrão 4.0



Patrocinadores fundadores



Instituição sede



Instituições participantes

Nacionais



Internacionais



Empresas



Obrigado!

- Nilson Massami Taira
- nmtaira@ipt.br 11+ 3767.4876 11+98609.6487

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

 [instagram.com/ipt_oficial/](https://www.instagram.com/ipt_oficial/)

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

www.ipt.br

 **ipt**
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

 **SÃO
PAULO**
GOVERNO
DO ESTADO