

Desafios e oportunidades da metrologia na indústria de óleo e gás

Luiz Octavio
Centro de Pesquisas da Petrobras

A importância da medição

- Acompanhamento Operacional e Controle de Processos
- Determinação de estoques e fechamento de balanços – Lei Sarbanes-Oxley
- Detecção de vazamentos/Derivações clandestinas
- Obrigações legais / contratuais
 - Participações governamentais
 - - Royalties
 - - Participação especial
 - Impostos
 - Transferência de custódia
- Viabilizadora da Transformação digital

“Não se gerencia o que não se mede”... W. E. Deming



Tipos de Medição

Operacional

- Está relacionada ao monitoramento e controle dos processos produtivos

Apropriação

- Define como será feito o rateio das participações entre os entes interessados
- Rateio da produção por poço e campo

Fiscal

- Base para o pagamentos das participações governamentais e outros tributos
- Volume diário produzido

Transf.
Custódia

- Regulamenta a transferência dos fluidos produzidos (transferência de titularidade)
- Possui requisitos fiscais



Regulador

Industria

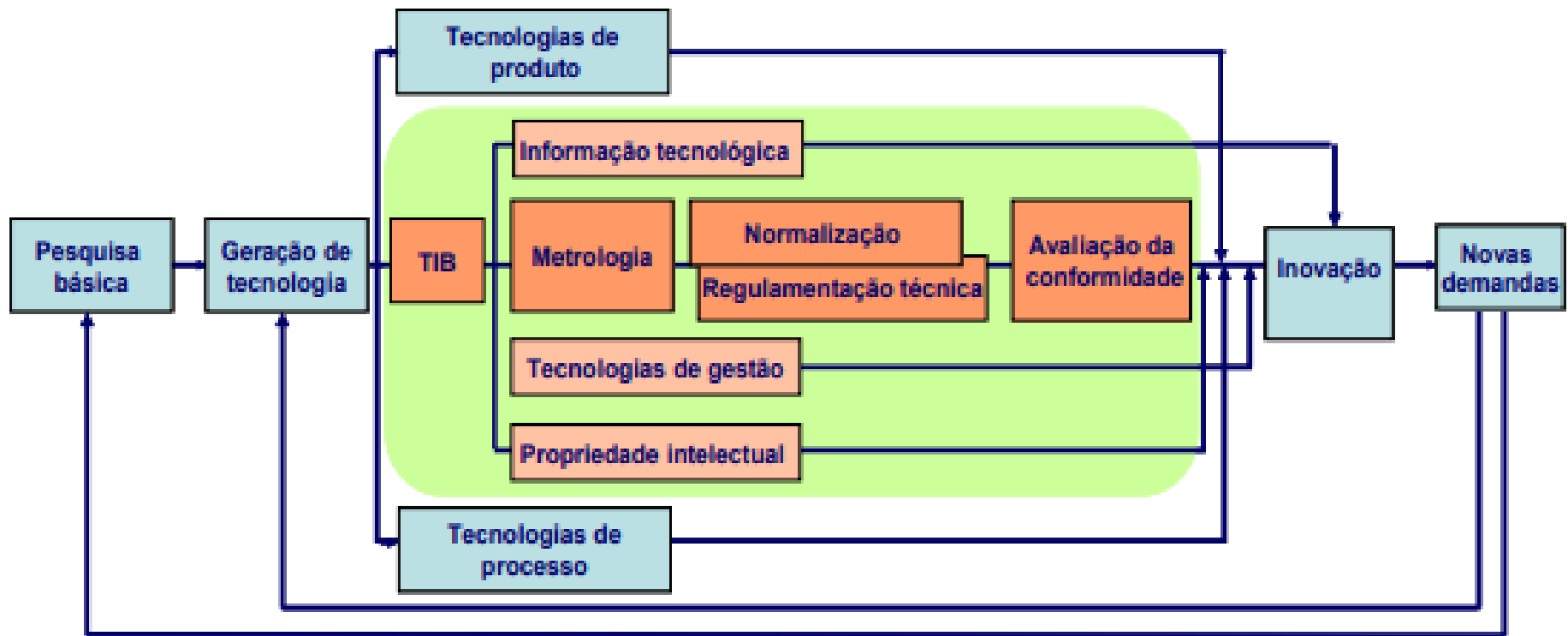


Tecnologias X negócio X regulamentação

Funções da TIB como seu suporte ao ciclo de inovação tecnológica

Tecnologias X negócio X regulamentação

TIB - Funções tecnológicas consideradas fundamentais ao desenvolvimento e à competitividade das empresas. É constituída por funções essenciais (Metrologia, Normalização, Regulamentação Técnica e Avaliação de Conformidade) e funções conexas (Tecnologias de Gestão, Propriedade Intelectual e Informação Tecnológica)



Ciclo de inovação

Funções básicas da TIB

Funções conexas da TIB

Projetos em desenvolvimento

Projetos em desenvolvimento

Medição de vazão multifásica

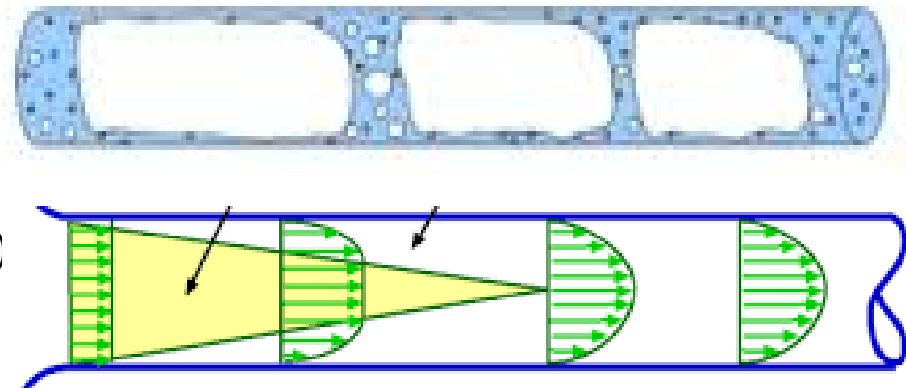
Medição de vazão de cada fase de uma corrente multifásica (controle operacional e apropriação)

- Fenômenos complexos



Calibração de Medidores de Vazão

Estudo de comportamento e incerteza de medidores de vazão de óleo frente à variação de características físico-químicas (viscosidade, vazão, temperatura, etc.)



Projetos em desenvolvimento

Medidor de teor de óleo em água (TOG)

produzida para descarte

Medidor de teor de água em óleo (BSW) no petróleo



Medição em flares

Medição da vazão do gás a ser queimado no flare de refinarias e plataformas por questões ambientais e fiscais.

- Grande faixa de vazão e pressão, grandes diâmetros, baixa intrusividade ao processo, variações na composição do gás, dificuldade em garantir longos trechos retos e impossibilidade do uso de condicionadores de fluxo.



Temas de interesse

Temas de interesse

- Estudos de metodologia de **ensaio de laboratorial de Teor de óleos e graxas (TOG)**.

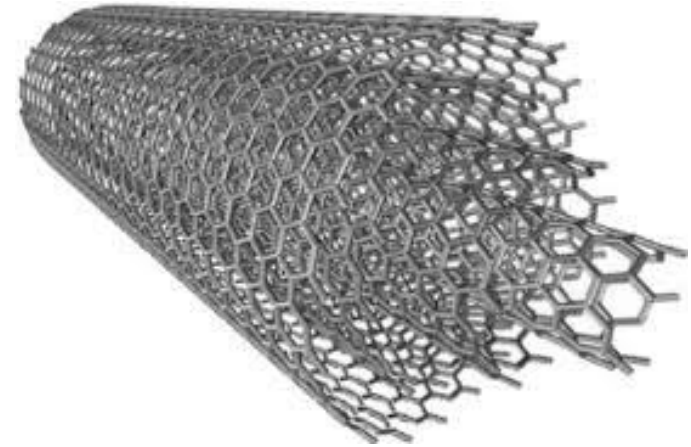


- Certificação de **equipamentos de monitoramento da qualidade do ar** no Brasil

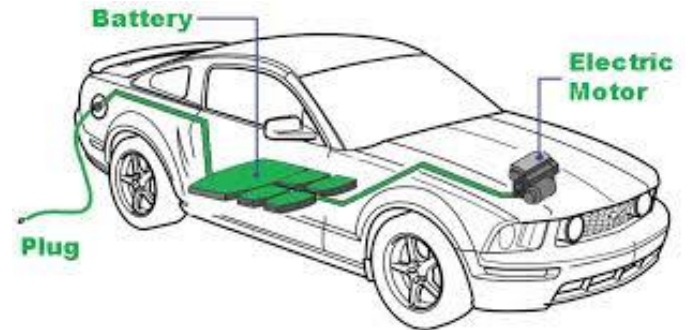


Temas de interesse

- metrologia , normalização e regulamentação de **nano materiais** como **grafeno**.



- Certificação de **Bateria e carregador elétrico**



Temas de interesse:

Infraestrutura laboratorial para Rastreabilidade metrológica de medição de vazão de gás natural

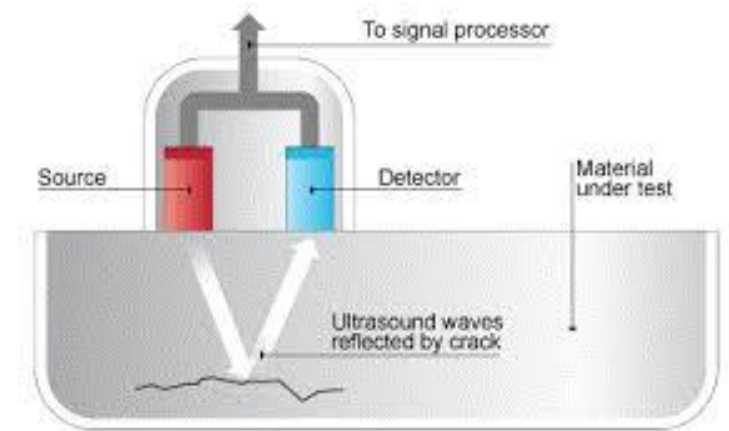
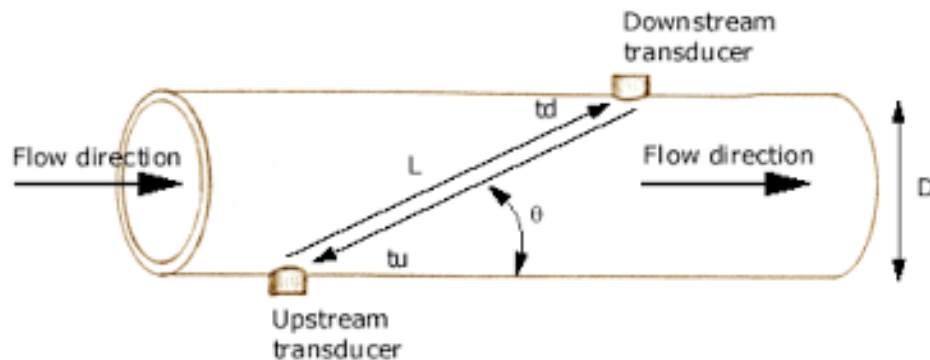
Infraestrutura laboratorial

- Calibração de medidores de GN
- Estudos e Testes
- TIB (Avaliação da conformidade, normalização, certificação)



Temas de interesse—

- **Aplicação industrial do ultrassom**
 - Medição de vazão não-intrusiva
 - Medição de nível de vasos e tanques não intrusiva
 - Separação água-óleo
 - Inspeção de equipamentos
 - Limpeza de equipamentos



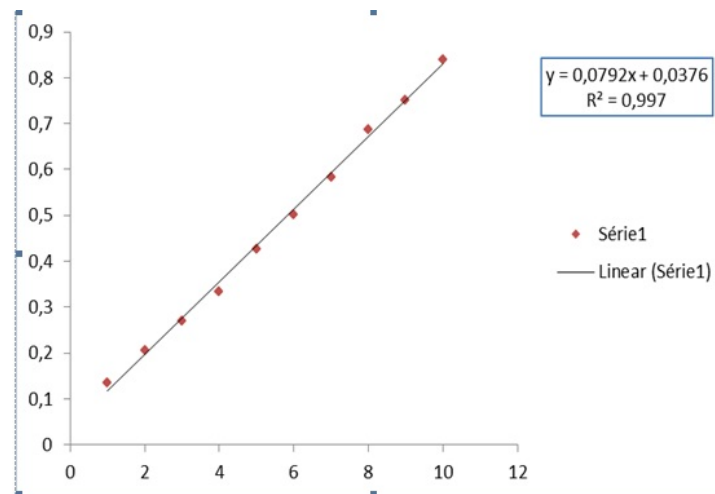
Temas de interesse

Modernização dos regulamentos técnicos de medição fiscal, apropriação e transferência de custódia buscando viabilizar o uso de **novas tecnologias e novas metodologias de verificação metrológica**.



Estudar critério para escolha do número de pontos da curva de calibração de medidores de vazão:

- O RTM exige que a diferença entre a vazão do ponto da curva de calibração e o ponto de operação seja no máximo 10%.
- Isso gera custos elevados de calibração por realizar uma calibração com um número excessivo de pontos.
- O estudo busca verificar metodologia para determinar o número de pontos da curva de calibração sem perda de desempenho da medição.



Calibração de medidores ultrassônicos com Reynolds

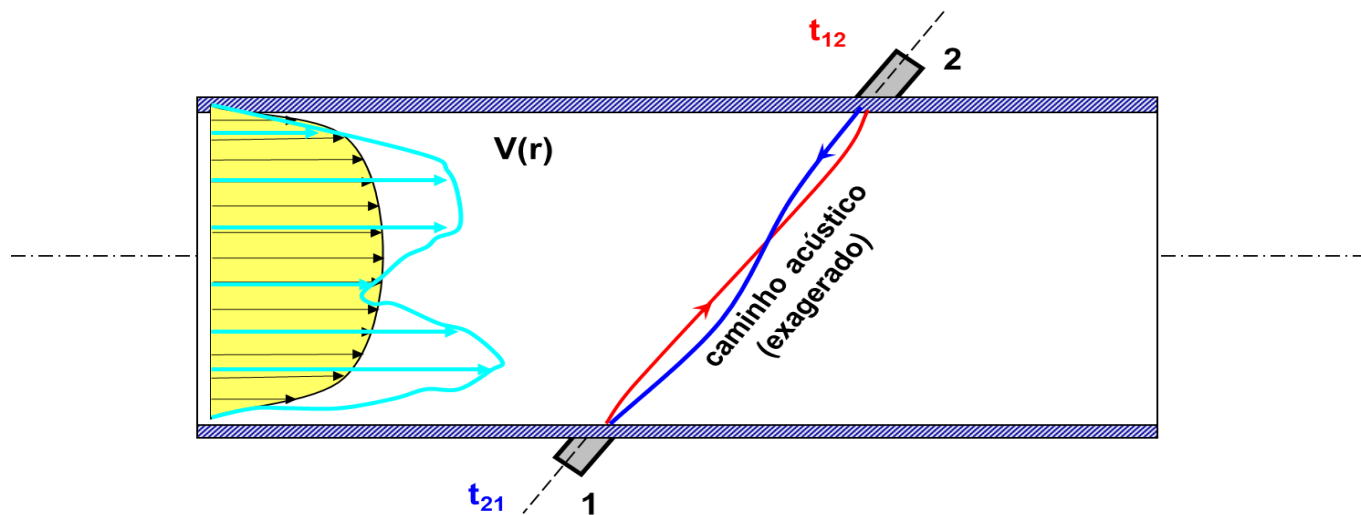
Vantagens:

Compensa modificações de massa específica, viscosidade e vazão no campo
Diminui o custo de calibração por evitar a compra diversos fluidos.

Medidores ultrassônicos de vazão medem tempo de trânsito.

São dependentes do perfil de velocidade .

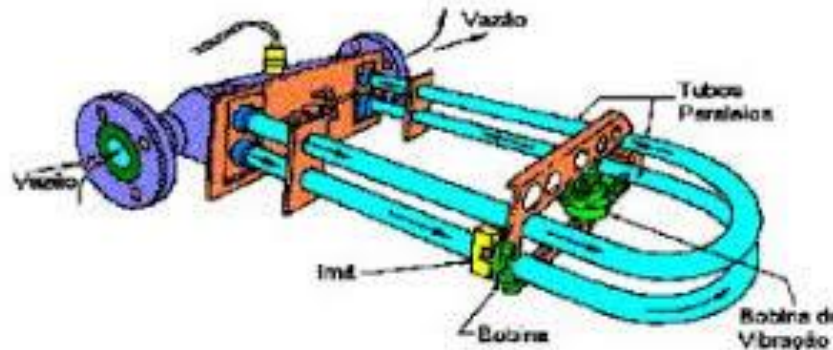
Medidores com diversos transdutores conseguem estimar bem o perfil de velocidade



Tempo de trânsito à jusante (t_{12}) < Tempo de trânsito a montante (t_{21})

Calibração de Medidores Coriolis com água, para uso em óleo ou GN (transferability)

- Depende somente da massa que passa da seção de medição. Não depende da viscosidade e massa específica do fluido.
- Transferability viabiliza a aplicação de coriolis na medição de vazão de gás.
- Não existe no Brasil laboratório para calibração de medidores com GN

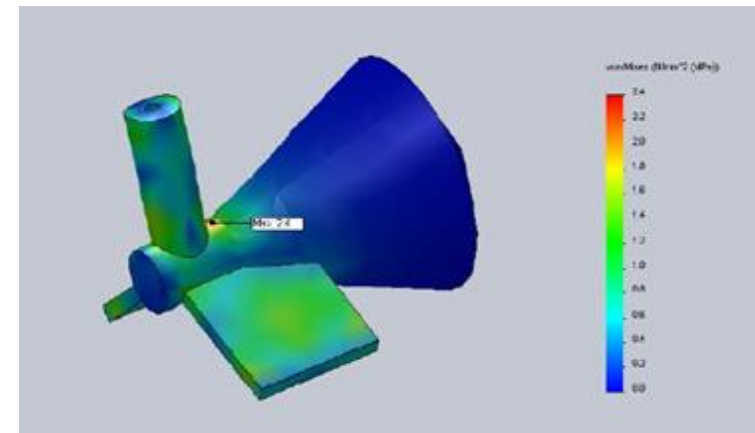


Temas de interesse

Verificação dimensional para o medidor V-Cone na medição de vazão de gás

- adequação à erosão e presença de líquidos no gás,
- menor perda de carga total,
- menores trechos retos – recurso crítico em plataformas de produção

A verificação dimensional é adequada a medidores deprimogênicos como placa de orifício e venturi;
Possibilita a redução de tempo e custo para manutenção da rastreabilidade metrológica (calibração).



Oportunidades da aplicação de tecnologias digitais em metrologia

Oportunidade

Medição na Transformação digital

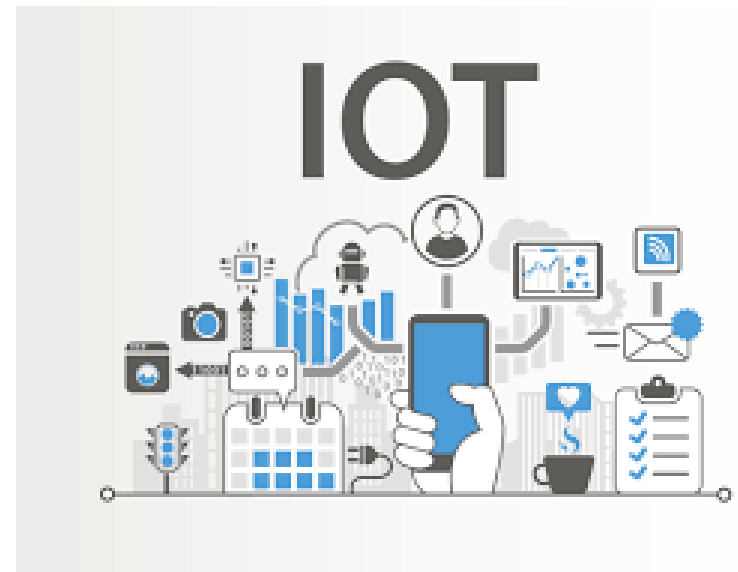
- **IoT – *Internet da coisas***

- 1) Gestão da medição:

- Inventário dos instrumentos e dos padrões de trabalho.
- Plano de calibração.
- Certificados de calibração.
- Histórico das manutenções
- localização/Rastreabilidade do medidor

- 2) Disponibiliza dados e sinais do instrumento:

- diagnóstico do equipamento,
- informações do processo

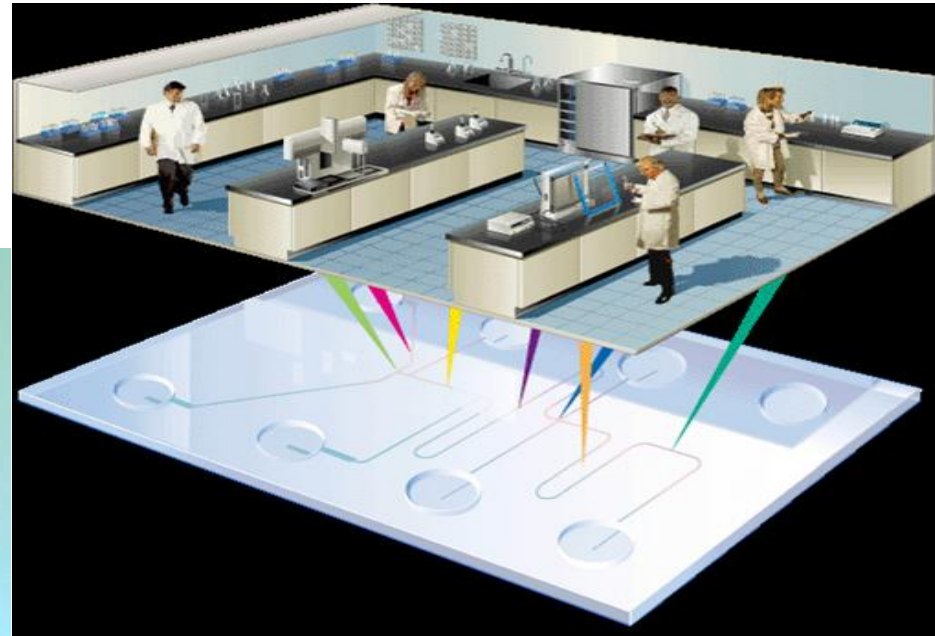
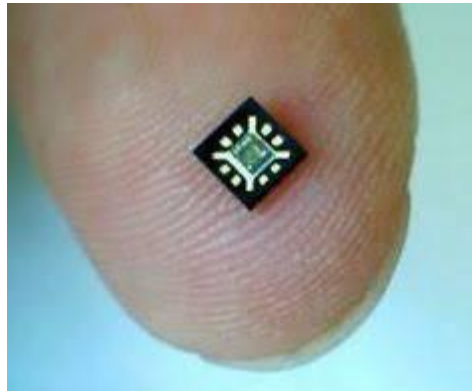


Oportunidade—

- **Lab-on-a-chip**

Nova geração de sensores analíticos em linha

Nano sensores para medir CO₂, H₂S, umidade em gás, teor de água em petróleo.



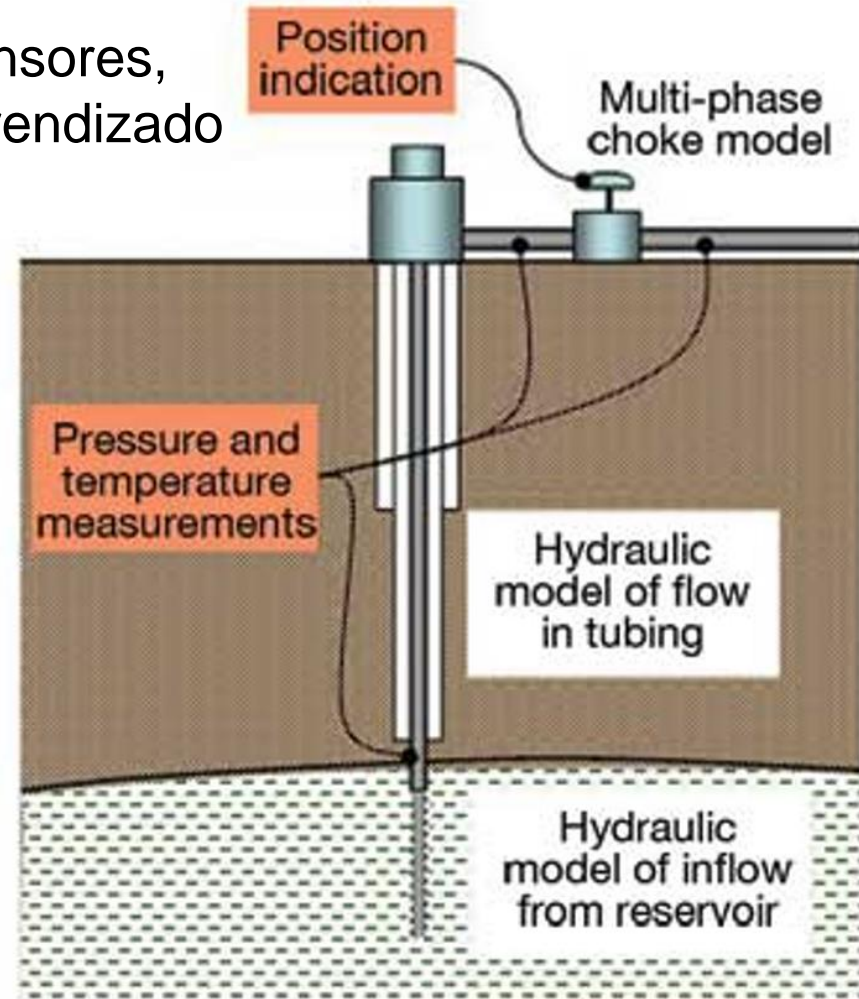
Oportunidade

Medição na Transformação digital

- **Medição virtual + Data Science + Machine Learning**

-Medição baseada em sinais de vários sensores, Modelos matemáticos, data Science e aprendizado de máquinas .

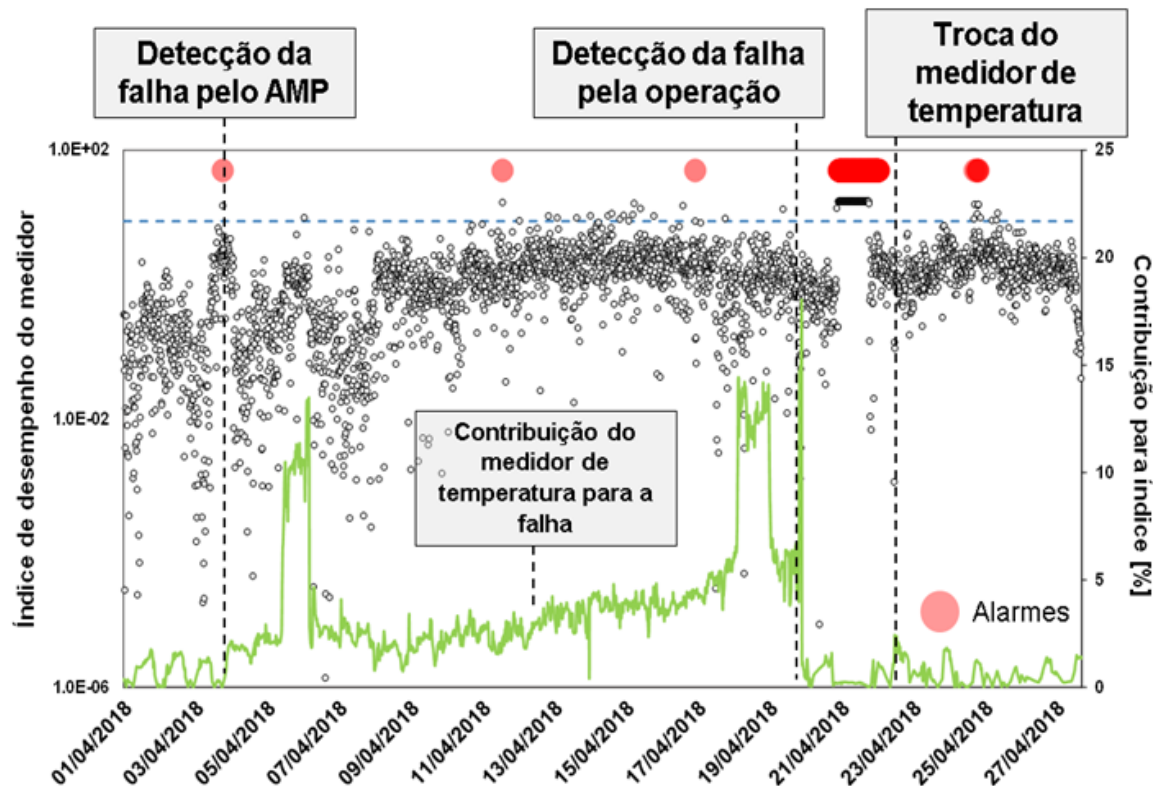
Exemplo medição de vazão de poços por medição virtual.



Oportunidade

Medição na Transformação digital

- **Digital twin + Data Science + Machine Learning**
- Predição de falhas
- Predição de deriva na medição
- Nova Calibração determinada pelo desempenho ou estatística,



Conclusões

- A inovação em metrologia depende da atuação conjunta da indústria, Institutos de ciência e tecnologia e órgãos reguladores,
- Todos tem que estar na “mesma página” = quanto ao conhecimento do: estado-da-arte, realidade da indústria e interesse da sociedade,
- A Petrobras vem desenvolvendo tecnologia com diversos universidades e centros de P&D do Brasil, e reconhece o Inmetro como um bom parceiro para atuação em P&D,I.



Obrigado