

Gestão do desenvolvimento tecnológico na Neoenergia: o caso do GODEL Smart Sensor – ID 9008

Autor: *João Manoel Menezes da Fonseca*

Coautor: *José Antonio de Souza Brito*

Empresa: *Neoenergia*

Realization:

instituto
abradee



Host Company:

CEMIG



XXV Seminário
Nacional de
Distribuição de
Energia Elétrica

SENDI
2025
BELO HORIZONTE

Neoenergia em resumo

Geração



1,7 GW Eólica e Solar



2,2 GW Hídrica



0,5 GW Térmica

Matriz 90% renovável

Transmissão



18 ativos no portfolio



8,6 mil km de linhas



22 subestações próprias

6º maior player do Brasil

Distribuição



R\$ 40 bi Base de Ativos



87 TWh energia injetada



40 M pessoas atendidas

Maior distribuidora em número de clientes

Comercial



Soluções Verdes Industriais



Projetos de Hidrogênio Verde



+1,5 GWh/ano em PPAs até 2030

Líder na Transição Energética

Realization:

instituto
abradee



HostCompany:

CEMIG

Neoenergia: parte de um dos maiores grupos energéticos do mundo

€ 85 bi
em valor de mercado

36 milhões
de clientes

80%
Geração renovável

Líder
Em novas tecnologias

1,3 milhão km
em redes



Composição acionária Neoenergia

PREVI
30,3%

Iberdrola
53,5%

Free-Float
16,2%

Acionistas de longo
prazo com ênfase na
agenda ESG

Realization:

HostCompany:

PDI Neoenergia

20

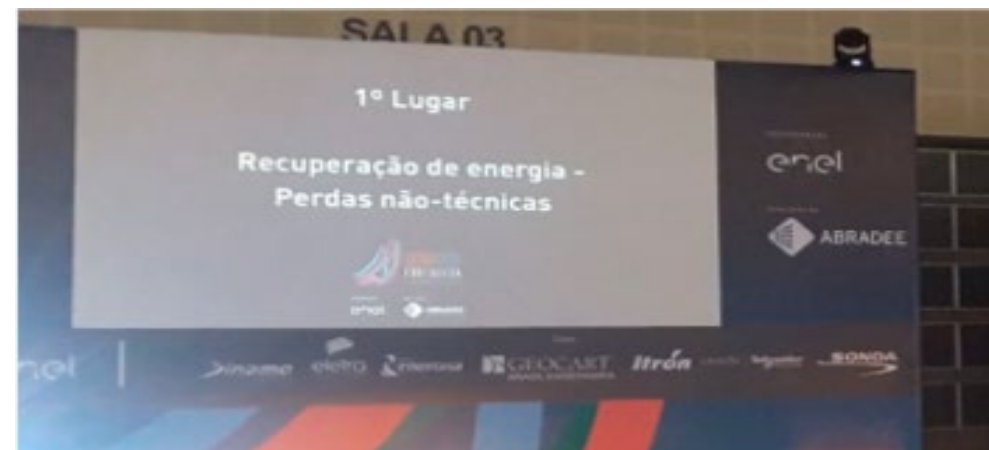
PROJETOS
EM ANDAMENTO

+R\$ 178

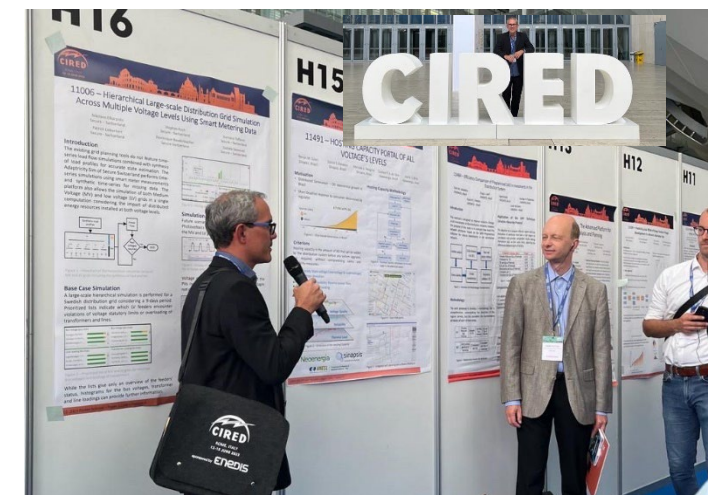
MILHÕES
EM PROJETOS CONTRATADOS

+R\$ 230

MILHÕES
EM DESENVOLVIMENTO DE
TECNOLOGIAS (2022-2025)




2022



Pilares do PDI Neoenergia

 **28** EMPRESAS NEOENERGIA

 **+1.300** PESQUISADORES INTERNOS E EXTERNOS

 **+60** PARCEIROS TECNOLÓGICOS



INOVAÇÃO EM REDE

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO



+60 PRODUTOS DESENVOLVIDOS

+68% DO INVESTIMENTO EM TRL ≥ 6

117 REGISTROS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

78 PATENTES NACIONAIS E INTERNACIONAIS

37 REGISTROS DE SOFTWARE

2 MARCAS E DESENHOS INDUSTRIAIS



PROPRIEDADE INTELECTUAL

INSERÇÃO NO MERCADO



+29 MIL PRODUTOS COMERCIALIZADOS

+R\$146 MILHÕES EM FATURAMENTO

+R\$8,1 MILHÕES EM RETORNO FINANCEIRO



GODEL

TECNOLOGIAS PARA REDES INTELIGENTES



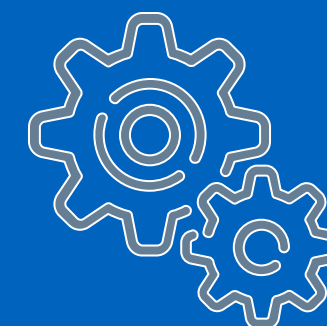
Solução completa para
monitoramento de redes

Equipamentos, aplicativos e
Analytics

Ações de melhoria com
auditoria dos resultados



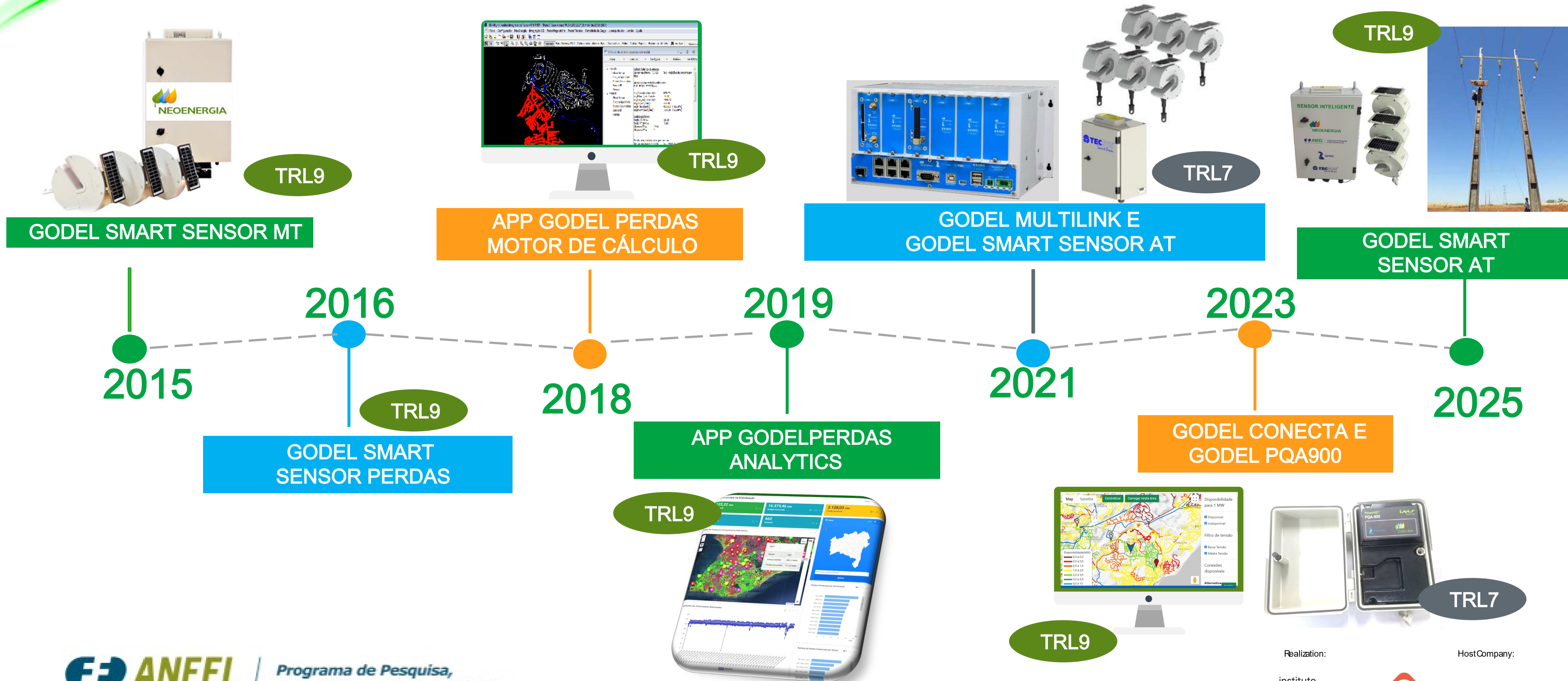
GODEL
PERDAS



GODEL
QUALIDADE



Tecnologias GODEL



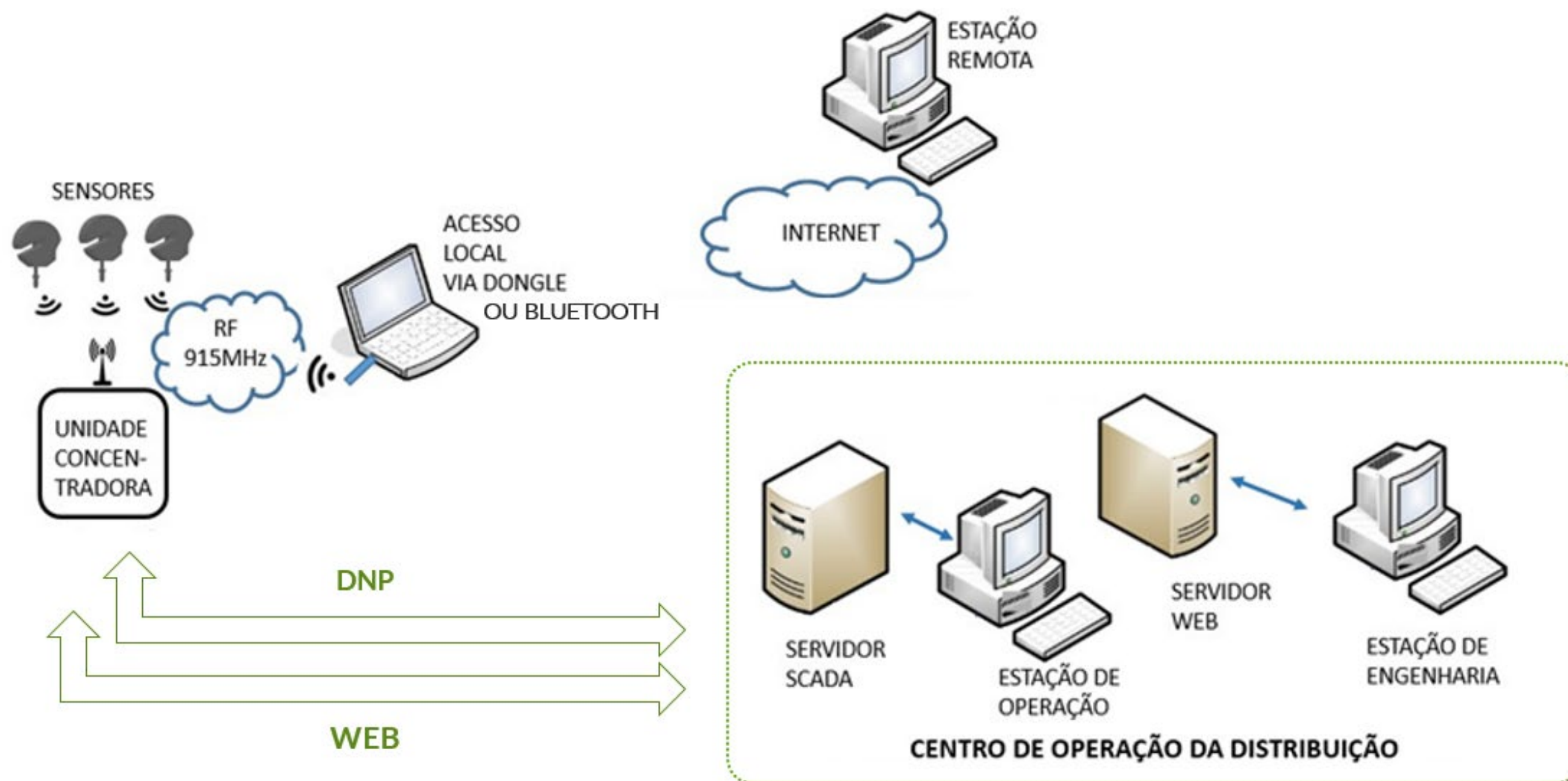
GODEL Smart Sensor AT



Monitoramento de linhas de alta tensão

- ✓ Conjunto de **até 6 sensores** e 01 concentradora
- ✓ Tensões de trabalho **de 69kV a 138kV**
- ✓ Integração com **SCADA** e **servidor de engenharia**
- ✓ Funcionamento com **rádio, satélite ou celular**
- ✓ Medição de corrente de carga
- ✓ Detecção de **surtos, faltas temporárias e permanentes**

GODEL Smart Sensor AT



Rede de inovação



1- *Seja criterioso na escolha dos parceiros e busque construir relações de longo prazo*

INSTITUTOS LACTEC



O **Lactec** é referência em soluções inovadoras para o segundo setor, como empresas, indústrias e concessionárias de energia. Atua em mercados essenciais para a segurança e a sustentabilidade da vida.



PARCEIRO DE DESENVOLVIMENTO

TECSYS DO BRASIL



Fundada em 2000, a Tecsys está sediada em São José dos Campos, um dos polos industriais e tecnológicos mais importantes do Brasil, e conta com **uma planta Industrial de 1640 m²**, onde são fabricados diversos equipamentos de automação de rede, dentre eles o **GODEL Smart Sensor**.



LICENCIADO GODEL SMART SENSOR



- ✓ Parceiros tecnológicos com **expertise técnica, capacidade de inovação, infraestrutura e histórico de colaboração**
- ✓ **Complementariedade** de competências
- ✓ Ambiente de **confiança e colaboração** mútua
- ✓ Compartilhamento da **visão de inovação** e compromisso com a **excelência e resultados**



Rede de inovação



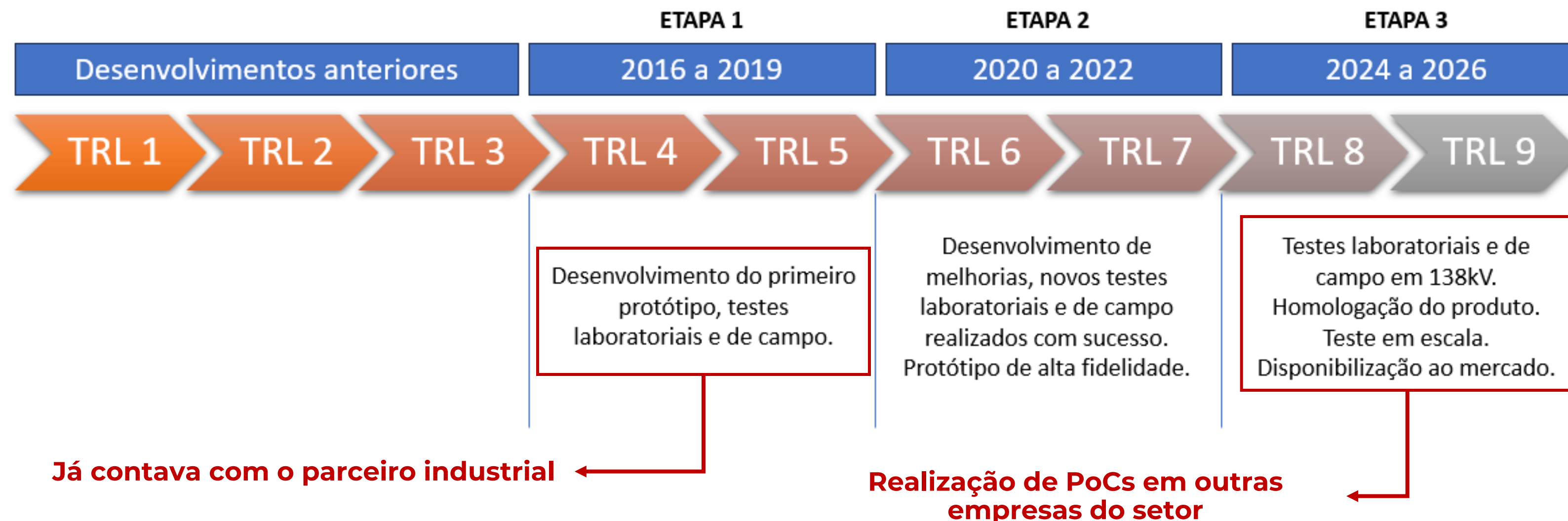
2 - Conte com um parceiro industrial desde as primeiras etapas do projeto de PDI



- ✓ Visão prática e **orientada para o mercado**
- ✓ Conhecimento e atendimento das **necessidades reais da indústria**
- ✓ Definição de **especificações técnicas** e **testes de campo**
- ✓ Garantia da **viabilidade** técnica e comercial
- ✓ Transição do produto **do laboratório para o mercado**



Histórico de desenvolvimento



3 - Tenha uma abordagem de gerenciamento de produto e pense na inserção no mercado desde o início do desenvolvimento de novos produtos

Etapa 1 – Primeiro protótipo



- ✓ Evolução do GODEL Smart Sensor MT (já inserido no mercado) para o GODEL Smart Sensor AT
- ✓ O desafio da **equipotencialização**
- ✓ Realização de testes de campo demonstraram **problemas na entrada em potencial**



4- Realize testes de campo, sempre que for viável, em todas as etapas de desenvolvimento tecnológico, a fim de identificar os problemas o mais cedo possível

Etapa 2 – Melhorias e protótipo de alta fidelidade

✓ **Principal desafio:** superar os problemas de entrada em potencial identificados na etapa anterior

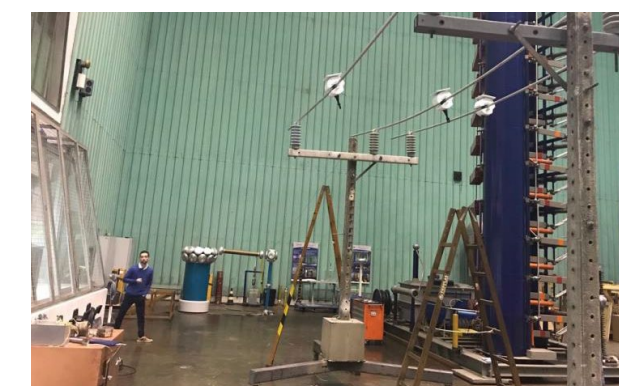
TENTATIVAS FRUSTRADAS

- ✓ Simulações computacionais
- ✓ Blindagens
- ✓ Alterações de circuitos e massas de terra
- ✓ Novos materiais de isolamento
- ✓ Testes no Laboratório de Alta Tensão do Lactec



SOLUÇÃO: MUDANÇA DE ROTA TECNOLÓGICA

- ✓ Desenvolvimento de **novo protótipo** com placa eletrônica montada em outra posição, aumentando a imunidade aos centelhamentos
- ✓ Blindagens adicionais e reposicionamento de trilhas de circuito impresso
- ✓ Realização de novos testes, que já haviam sido realizados com sucesso
- ✓ **Retrabalho e custos adicionais**
- ✓ Ensaios de laboratório demonstraram que **o desafio da entrada em potencial foi superado**



5- Faça a gestão das incertezas estando aberto a mudanças de rota tecnológica

Etapa 2 – Melhorias e protótipo de alta fidelidade

✓ Desenvolvimento de **novas funcionalidades**



Sinalização local de falta permanente



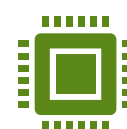
Mudança automática do canal de radiofrequência



Atualização remota de firmware



Operação com seis sensores por concentradora



Novo método para medição do ângulo de fase



Sensor de temperatura do cabo



Implementação do protocolo IEC-104



Aperfeiçoamento do firmware

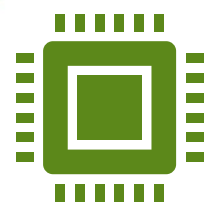


Aperfeiçoamento do Servidor de Telemetria

**Será utilizado na nova versão do GODEL
Smart Sensor Perdas**

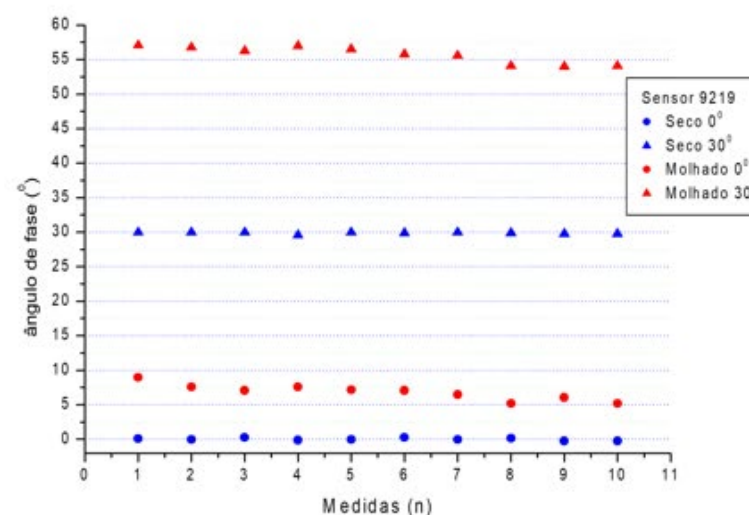
**Funcionalidade não utilizada na Neoenergia,
e sim pelo mercado internacional (*insight 3*)**

Etapa 2 – Melhorias e protótipo de alta fidelidade

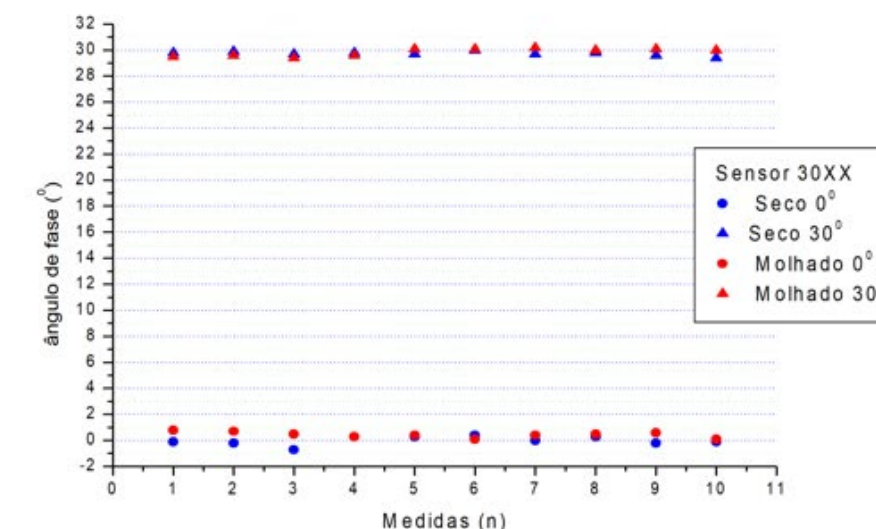


Novo método para medição do ângulo de fase

- ✓ Determinar o fator de potência é **crucial para o monitoramento de perdas**
- ✓ A medição do ângulo de fase pelo novo método da corrente induzida só foi possível devido à equipotencialização do equipamento
- ✓ **Princípio de funcionamento:** amostragem da pequena corrente entre o cabo e a massa do circuito, obtendo a forma de onda da tensão do cabo
- ✓ **Métodos anteriores:** sensor capacitivo (campo elétrico), suscetível às condições atmosféricas, e defasamento entre correntes da AT e tensão de alimentação da concentradora na BT
- ✓ Maior precisão no ângulo de defasagem entre tensão e corrente
- ✓ Patente depositada no INPI
- ✓ **Será usado na nova versão do CODEL Smart Sensor Perdas (produto secundário da Etapa 3)**



Sensor de potencial por campo elétrico



Sensor de potencial por corrente induzida



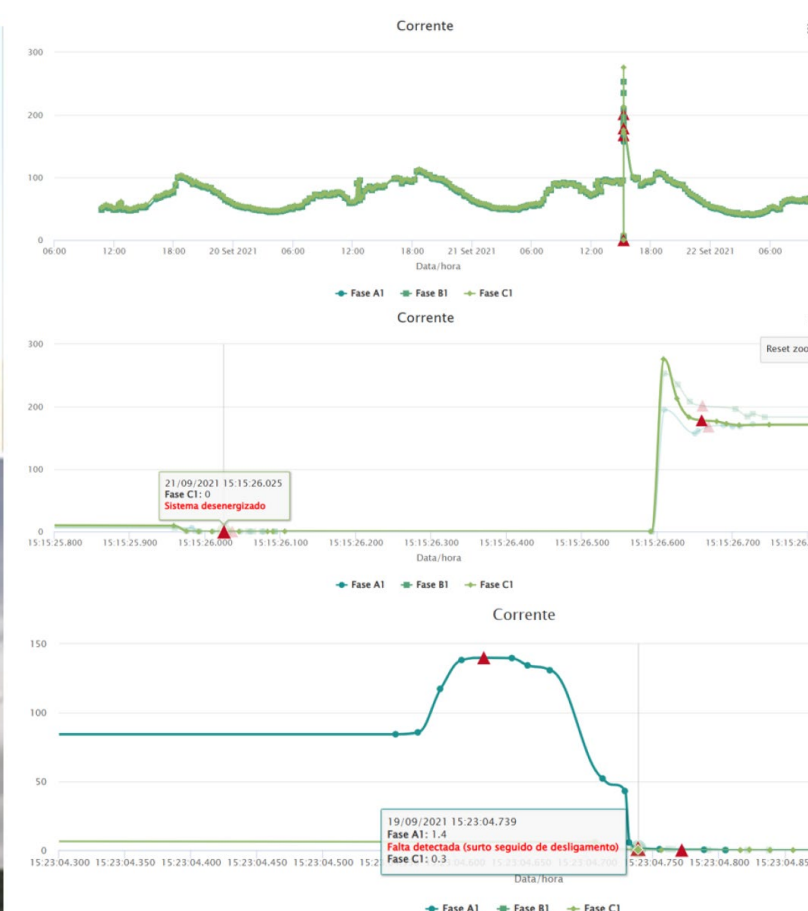
6 - Pode fazer sentido desenvolver novas funcionalidades que serão implementadas em produtos já disponíveis ao mercado

Etapa 2 – Melhorias e protótipo de alta fidelidade

- ✓ **Antecipação dos testes de campo** previstos através da divisão em dois lotes (*insight 4*)
- ✓ Resultado final: **atingimento do TRL 7**

1º LOTE– VERSÃO 1 (DETECÇÃO DE FALTAS) SEM O SENSOR DE TENSÃO POR CORRENTE INDUZIDA

2º LOTE– VERSÃO 2 (COMPLETO)– COM O SENSOR DE TENSÃO POR CORRENTE INDUZIDA



- ✓ Testes realizados com sucesso – 10 amostras instaladas em campo
- ✓ Problema da entrada em potencial resolvido
- ✓ Novas funcionalidades demonstradas
- ✓ Novos problemas identificados na **utilização prolongada**:

- ✓ Microfissuras na carcaça do sensor pela utilização de parafusos inadequados
- ✓ Bugs de firmware relacionados a ponteiros de memória
- ✓ Queda da autonomia em virtude do alto consumo do sensor de potencial por corrente induzida

Problemas resolvidos no final da Etapa 2 e no início da Etapa 3 (*insight 4*)

Etapa 3 – Lote pioneiro e inserção no mercado

GODEL Smart Sensor AT

- ☐ Melhorias no servidor de telemetria
- ☒ Ajustes de hardware para redução de custos e ajustes de firmware para funcionamento com rádio
- ☐ Implementação do sensor de temperatura do cabo
- ☒ Ensaios de suportabilidade e de tipo para verificar funcionamento em 138kV
- ☐ **Homologação do equipamento na Neoenergia** ★
- ☐ **Fabricação e instalação de lote pioneiro (100 conjuntos) nas distribuidoras da Neoenergia** ★
- ☐ Acompanhamento dos resultados e handover para as áreas de negócio

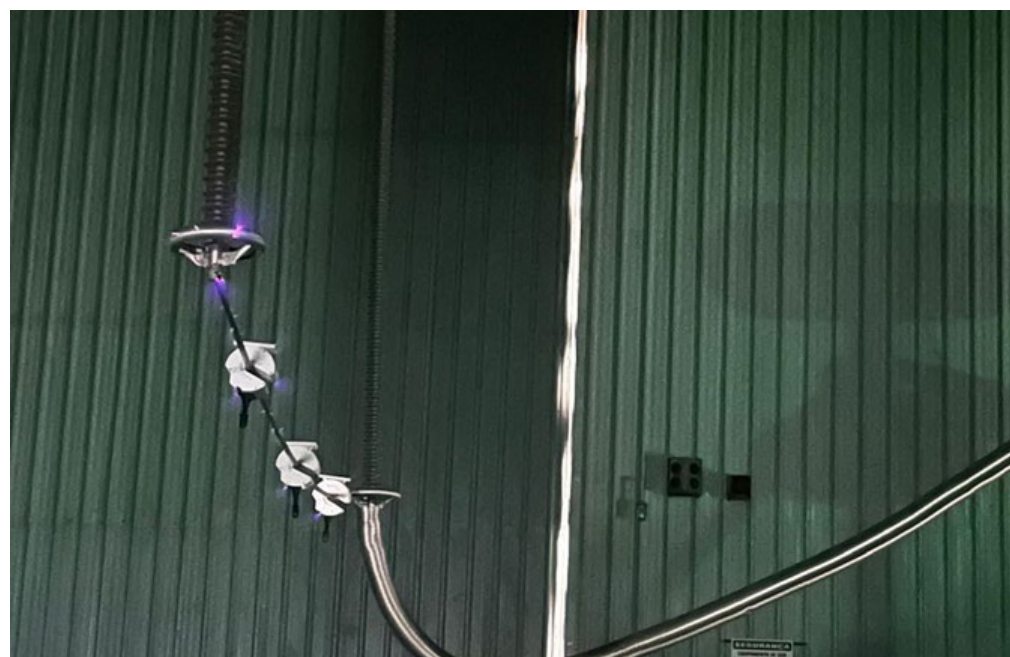
GODEL Smart Sensor Perdas

- ☒ Redução do consumo do sensor de corrente induzida para medição de fator de potência
- ☐ Comparação dos métodos de medição de fator de potência
- ☐ **Fabricação, instalação em campo e acompanhamento dos resultados (10 conjuntos)** ★



Etapa 3 – Lote pioneiro e inserção no mercado

- ✓ Ensaios de suportabilidade e de tipo para verificar funcionamento em 138kV



ENSAIOS DE SUPORTABILIDADE, IMPULSO E ENTRADA EM POTENCIAL ATÉ 230kV



ANTECIPAÇÃO DE INSTALAÇÃO EM CAMPO EM UMA LT 138kV



**TESTES COMPROVAM
FUNCIONAMENTO NA
OPERAÇÃO EM 138kV**



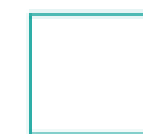
7 - Teste os limites da tecnologia desenvolvida



Etapa 3 – Lote pioneiro e inserção no mercado



Homologação do equipamento na Neoenergia



Acompanhamento dos resultados e handover para as áreas de negócio

- ✓ Homologação **conduzida pela área responsável** (Automação de Redes)
 - ✓ Avaliação da documentação (especificações, relatórios de ensaios etc.) ✓
 - ✓ Realização de testes de integração com SCADA ✓
 - ✓ Realização de testes de laboratório para verificação dos alarmes ✓
 - ✓ Instalação de 04 conjuntos em campo para testes prolongados ⌚
- ✓ Elaboração **de manuais, normas e procedimentos** internos
- ✓ Realização de **treinamentos** de instalação e manutenção
- ✓ **Mapeamento da demanda** das áreas de negócio e **contratos** de aquisição e manutenção



*8 - Realize a homologação do produto e o plano de
durante a execução do projeto de PDI*

handover



Propriedade Intelectual

- ✓ **Pilar fundamental** do desenvolvimento tecnológico na Neoenergia
- ✓ Abordagem de **proteção abrangente** (patentes, registros de software, topologias de circuito, marcas, confidencialidade)
- ✓ Estratégia de **licenciamento e exploração comercial**

TIPO DE PI	STATUS	PROCESSO	TÍTULO
Patente de invenção	Pedido de patente	102022001156-7	CIRCUITO E MÉTODO DE MEDIÇÃO DE TENSÃO E ÂNGULO DE FASE POR CORRENTE INDUZIDA.
Patente de invenção	Patente concedida	102015031438-8	SISTEMA DE MEDIÇÃO/CÁLCULO DA CORRENTE DE DESEQUILÍBRIO EM REDES ELÉTRICAS TRIFÁSICAS SEM CONEXÃO FÍSICA ENTRE AS TRÊS FASES
Patente de invenção	Patente concedida	102015031451-5	EQUIPAMENTO MEDIDOR DE CORRENTE ELÉTRICA EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO COM ALIMENTAÇÃO POR CÉLULA FOTOVOLTAICA E SUPERCAPACITOR
Patente de invenção	Patente concedida	102018002023-4	MEDIÇÃO DE ÂNGULO DE FASE ENTRE A TENSÃO DA BAIXA TENSÃO E AS CORRENTES TRIFÁSICAS DA ALTA TENSÃO, SINCRONIZADA POR SINAL DE RADIOFREQUÊNCIA
Registro de software	Registro realizado	512019002383-8	Software embarcado do Sensor com sincronismo com a Remota, para medição de ângulo de fase entre corrente e tensão (V4006)
Registro de software	Registro realizado	512019002382-0	Software embarcado da Remota com sincronismo com 3 Sensores, para medição dos três ângulos de fase entre a BT e as três correntes da AT (V4008)
Registro de software	Registro realizado	512017000942-2	AMBIENTE GERENCIADOR DO SISTEMA DE SENSORES DE FALTA EM MÉDIA TENSÃO (...)
Registro de software	Registro realizado	512017000943-0	SISTEMA DE CONTROLE DO EQUIPAMENTO DE SENSORES DE FALTA EM (...)
Registro de software	Registro realizado	512017000941-4	SISTEMA DE CONTROLE DO EQUIPAMENTO REMOTO DO SISTEMA DE SENSORES DE FALTA EM (...)
Marca	Registro realizado	933567391	GODEL
Marca	Registro realizado	933567502	GODEL



9 - Proteja a Propriedade Intelectual de forma abrangente, através de múltiplos registros para um mesmo desenvolvimento

Resultados e impactos



02 contratos de licenciamento assinados
e outros em negociação

+29 mil unidades de sensores
comercializados desde 2017

+ R\$ 7,5 MM
em royalties

+ R\$ 146 MM
em vendas de produtos



OBRIGADO!