



# Tecnologias GODEL - Soluções inovadoras para redes elétricas inteligentes

**Tema:** Tecnologias Emergentes

**Autores:** João Manoel Menezes da Fonseca

**Co-Autores:** José Antonio de Souza Brito, Gustavo Travassos Aguiar da Silva, Janine Souza Dórea Costa, Maiana Barbosa da Silveira, Eric Jordan Bastos Nascimento dos Santos, Daniel Rocha Matos Oliveira, Andrews Mascarenhas Cavalcante

**Empresa:** Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia - Neoenergia Coelba

---

## Resumo

Este artigo discute o desenvolvimento e a utilização dos produtos da família GODEL, um conjunto de tecnologias nacionais desenvolvidas no âmbito do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) da Neoenergia, regulado pela ANEEL.

Destacando-se como um caso de sucesso em inovação tecnológica, as soluções GODEL visam a modernização das redes elétricas, com foco na redução de perdas técnicas e comerciais, na melhoria da qualidade do produto e do fornecimento e no suporte à conexão de geração distribuída.

Os resultados apresentados demonstram o impacto das tecnologias GODEL na Neoenergia e no setor elétrico brasileiro, incluindo o monitoramento em tempo real de mais de 600 mil quilômetros de redes, a redução de perdas técnicas e não técnicas e a resolução de problemas complexos de qualidade de energia. Além disso, a comercialização dos produtos para outras empresas reforça o protagonismo da Neoenergia no desenvolvimento de soluções inovadoras.

Conclui-se que o GODEL não apenas atende às demandas atuais do setor elétrico, mas também estabelece um modelo de excelência para o desenvolvimento de tecnologias nacionais voltadas para redes inteligentes, contribuindo significativamente para a eficiência e a sustentabilidade da infraestrutura elétrica no Brasil.

## 1. Introdução

As redes inteligentes, ou smart grids, representam um dos pilares da modernização do setor elétrico, ao integrar tecnologias de comunicação e informação para otimizar o gerenciamento de energia elétrica, aumentar a eficiência operacional e melhorar a qualidade do fornecimento. Nesse contexto, destaca-se a família de tecnologias GODEL, desenvolvida no âmbito do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) da Neoenergia, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Essas soluções têm como objetivo aprimorar a gestão das redes de distribuição, reduzir perdas técnicas e não técnicas, melhorar a qualidade do produto e do serviço e viabilizar uma infraestrutura mais inteligente e sustentável. O desenvolvimento de redes inteligentes é considerado uma estratégia essencial para a transformação do setor elétrico, permitindo maior resiliência e flexibilidade na distribuição de energia. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), as redes inteligentes proporcionam um uso mais eficiente e con-

fiável da infraestrutura elétrica existente, enquanto integram tecnologias de baixo carbono e renováveis no sistema (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2024). No Brasil, o GODEL exemplifica essa tendência global ao oferecer soluções tecnológicas que atendem aos desafios nacionais. A Neoenergia, por meio do seu Programa de PDI, desenvolveu sensores inteligentes, plataformas de analytics e ferramentas de planejamento que permitem monitorar em tempo real mais de 600 mil quilômetros de redes de distribuição, beneficiando diretamente mais de 10 milhões de consumidores.

Iniciativas como o GODEL destacam o papel estratégico do PDI na transformação do setor elétrico brasileiro, promovendo inovação local e reduzindo a dependência de soluções estrangeiras. Como observado por Pereira e Weiss (2017), “a falta de desenvolvimento de tecnologias nacionais deixa o setor refém de aparelhos que foram desenvolvidos em outros países cujas demandas podem diferir do mercado nacional”. Assim, o GODEL não apenas melhora a operação e confiabilidade das redes de distribuição, mas também posiciona o Brasil como fornecedor de soluções tecnológicas para redes inteligentes.

Este artigo analisa os componentes tecnológicos, os resultados alcançados e o impacto do GODEL, destacando sua contribuição para a modernização das redes de distribuição.

## **2. Desenvolvimento**

O GODEL é uma família de tecnologias nacionais para redes inteligentes, desenvolvidas no âmbito do Programa de PDI da Neoenergia, regulado pela ANEEL, que compõem um observatório de redes formado por equipamentos, sistemas e analytics.

É uma solução completa para o monitoramento das redes de distribuição, sobre os pilares Perdas e Qualidade, permitindo o planejamento de ações de melhoria destes processos e o acompanhamento dos resultados frutos das ações realizadas.

O primeiro equipamento da família GODEL, o GODEL Smart Sensor 34,5kV, teve o seu lançamento no mercado no ano de 2015. Desde então, diversos outros equipamentos e softwares foram desenvolvidos e lançados, e outros estão em fase de lançamento em mercado.

Na Figura 1 é possível observar a linha do tempo do desenvolvimento dos produtos da família de tecnologias GODEL. Alguns produtos são classificados com Technology Readiness Level (TRL) 9, ou seja, são produtos que já estão disponíveis para todo o setor elétrico através de parceiros licenciados da Neoenergia, que realizam a fabricação e exploração comercial desses produtos, mediante o pagamento de royalties. Por outro lado, existem produtos classificados com TRL 7, que compreende testes em ambiente relevante realizados com sucesso. Estes produtos estão em processo de testes em larga escala e serão disponibilizados ao mercado em breve.

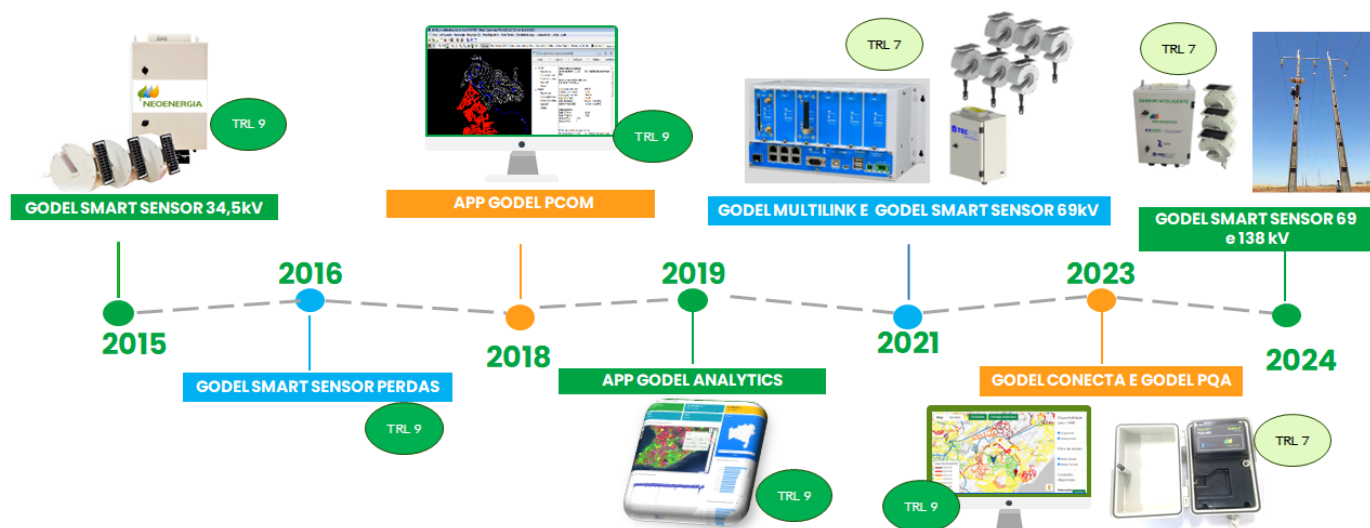


Figura 1 - Linha do tempo do desenvolvimento das Tecnologias GODEL

## 1. GODEL Perdas

O GODEL Perdas é a solução do GODEL para o monitoramento das perdas técnicas e não técnicas por alimentador e trecho de alimentador, permitindo o planejamento inteligente de ações de redução de perdas. A solução tem três pilares fundamentais: o monitoramento e medição da rede, utilizando o GODEL Smart Sensor, bem como outros dispositivos de medição presentes na rede de distribuição; o cálculo do balanço energético por alimentador e trecho de alimentado através do GODEL PCOM - motor de cálculo embarcado no software Sinapgrid; análise dos resultados através do GODEL Analytics Perdas, permitindo o planejamento de ações de combate às perdas e o acompanhamento do resultado dessas ações.

## 2. GODEL Qualidade

O GODEL Qualidade é a solução do GODEL para o monitoramento da qualidade do produto e do serviço. Esta solução é composta por diversos equipamentos que realizam o monitoramento da rede, bem como por sistemas e aplicativos que permitem o acompanhamento dos indicadores de qualidade, como nível de tensão, DEC e FEC por alimentador, além de aplicativo de bigdata para análise massiva de eventos para melhoria da qualidade de energia em grandes clientes.

Essa análise permite o planejamento de manutenção preventiva e preditiva, bem como maior assertividade das obras de reforço de rede, além de permitir recomendações específicas para o melhor atendimento dos clientes.

Outro produto que compõe esta solução é o GODEL Conecta, um sistema que permite a visualização da capacidade da rede elétrica para a conexão de geração distribuída, dando maior autonomia aos integradores de GD em suas prospecções e tornando mais transparente o processo de conexão de geração distribuída. Esse sistema está disponível para os clientes das cinco distribuidoras da Neoenergia e pode ser acessado através dos websites das empresas.

A seguir são apresentados cada um dos componentes tecnológicos do GODEL e suas principais funcionalidades.

## 3. Produtos da família de tecnologias GODEL para Redes Inteligentes

### GODEL Smart Sensor 34,5kV

O GODEL Smart Sensor 34,5 kV é um equipamento de monitoramento de redes de média tensão até 34,5 kV. Desenvolvido pela Neoenergia em parceria com o Lactec, a tecnologia possui dupla funcionalidade: ela

permite a identificação de faltas de energia com report em tempo real ao Centro de Operações, bem como permite o monitoramento das perdas técnicas e não técnicas da rede elétrica de distribuição.

Ele consiste em um conjunto de três unidades Sensor e uma unidade concentradora denominada Remota, que são instalados de forma rápida, sem necessidade de interrupção de energia ou de equipe de linha viva. A unidade Remota recebe os dados de cada um dos Sensores por radiofrequência, e os envia para o Centro de Operações e para o sistema de engenharia através dos protocolos DNP 3.0 e protocolo WEB (proprietário).

O equipamento possui precisão de medição de corrente de 2%, bem como realiza a medição do fator de potência com precisão. Estes dados são utilizados no GODEL PCOM para o cálculo das perdas por trecho de alimentador.

Com o GODEL Smart Sensor 34,5kV, é possível monitorar, dentre outros:

- Falta transitória por fase e por grupo
- Falta permanente por fase e por grupo
- Religamento e Desligamento (por fase)
- Surto de corrente
- Inversão de fluxo
- Corrente (RMS por fase)
- Módulo e ângulo fase A, B e C



Figura 2 - GODEL Smart Sensor 34,5kV

#### **GODEL PCOM**

O GODEL PCOM, motor de cálculo do GODEL Perdas, é um módulo para cálculo das perdas técnicas e não técnicas, utilizando as medições do GODEL Smart Sensor 34,5 kV e de outros dispositivos de medição presentes na rede elétrica.

Desenvolvido pela Neoenergia, o sistema permite o processamento de 100% da rede de distribuição, utilizando medições e algoritmos de fluxo de potência. Ele calcula as perdas técnicas reais para cada componente da rede, bem como as perdas não técnicas por alimentador e trechos/derivações de alimentador. O GODEL PCOM está embarcado no software de planejamento de redes Sinapgrid, fornecido pela empresa Sinapsis. Através deste módulo, é possível realizar o cálculo em tela para uma rede específica, ou realizar o cálculo em lote para várias redes.



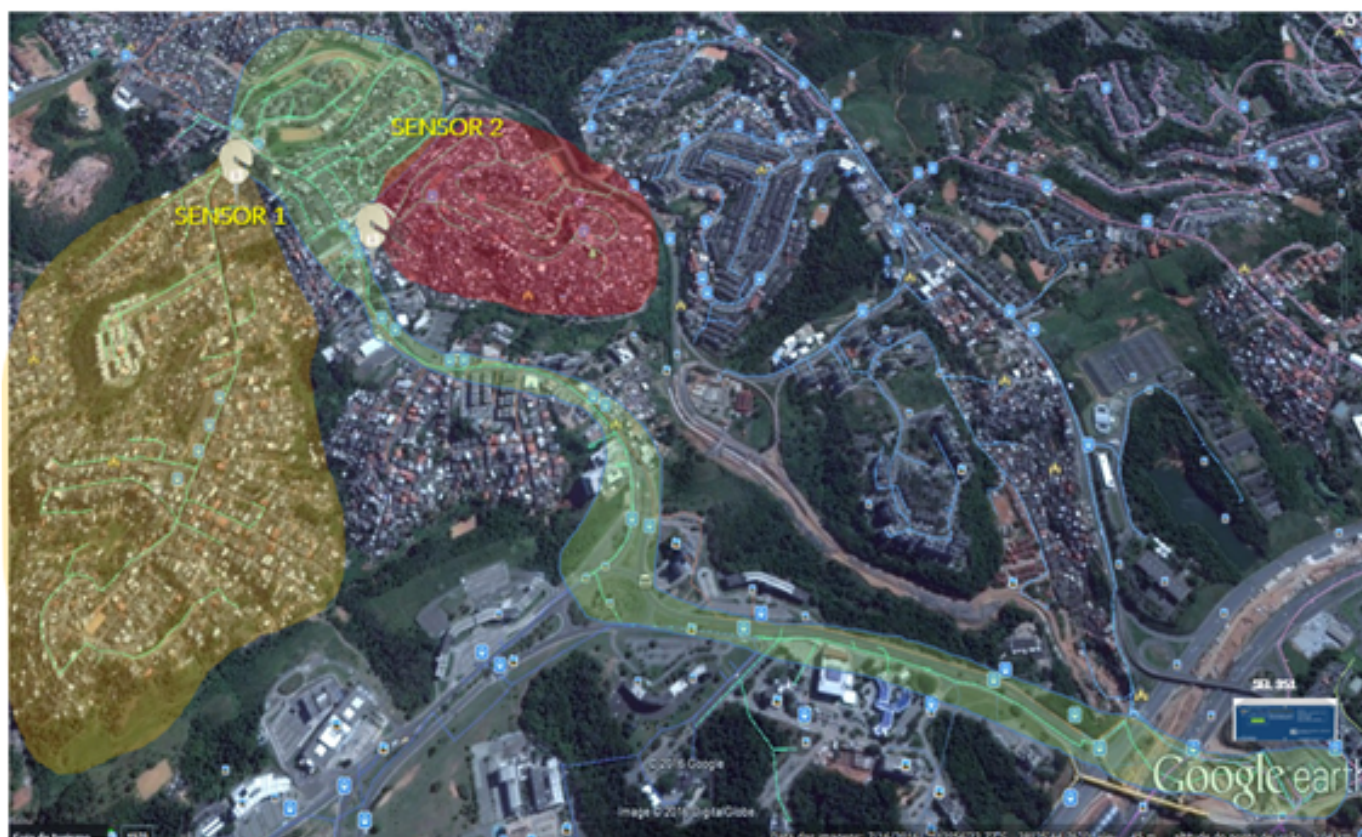


Figura 3 - Segmentação das perdas por trecho de alimentador utilizando o GODEL PCOM

### **GODEL Analytics**

O GODEL Analytics é um sistema que permite a visualização dos resultados e o direcionamento de ações para redução de perdas e aumento da qualidade do serviço e do fornecimento.

Com o GODEL Analytics Perdas, é possível realizar o mapeamento das perdas técnicas e não técnicas por alimentador ou por região da empresa, bem como visualizar um mapa de calor com os locais mais críticos. A solução também permite o mapeamento de oportunidades para redução de perdas técnicas, como instalação de bancos de capacitor, obras de recondutoramento, entre outras alternativas, com a visualização da viabilidade econômico-financeira de cada ação proposta.

Através da ferramenta é realizado o planejamento das ações de combate às perdas e o acompanhamento dos resultados das ações.

Já com o GODEL Analytics Qualidade, é possível verificar os indicadores de qualidade como nível de tensão, DEC e FEC por alimentador e trecho de alimentador, permitindo o direcionamento assertivo de obras de reforço, bem como ações de manutenção preventiva e preditiva.

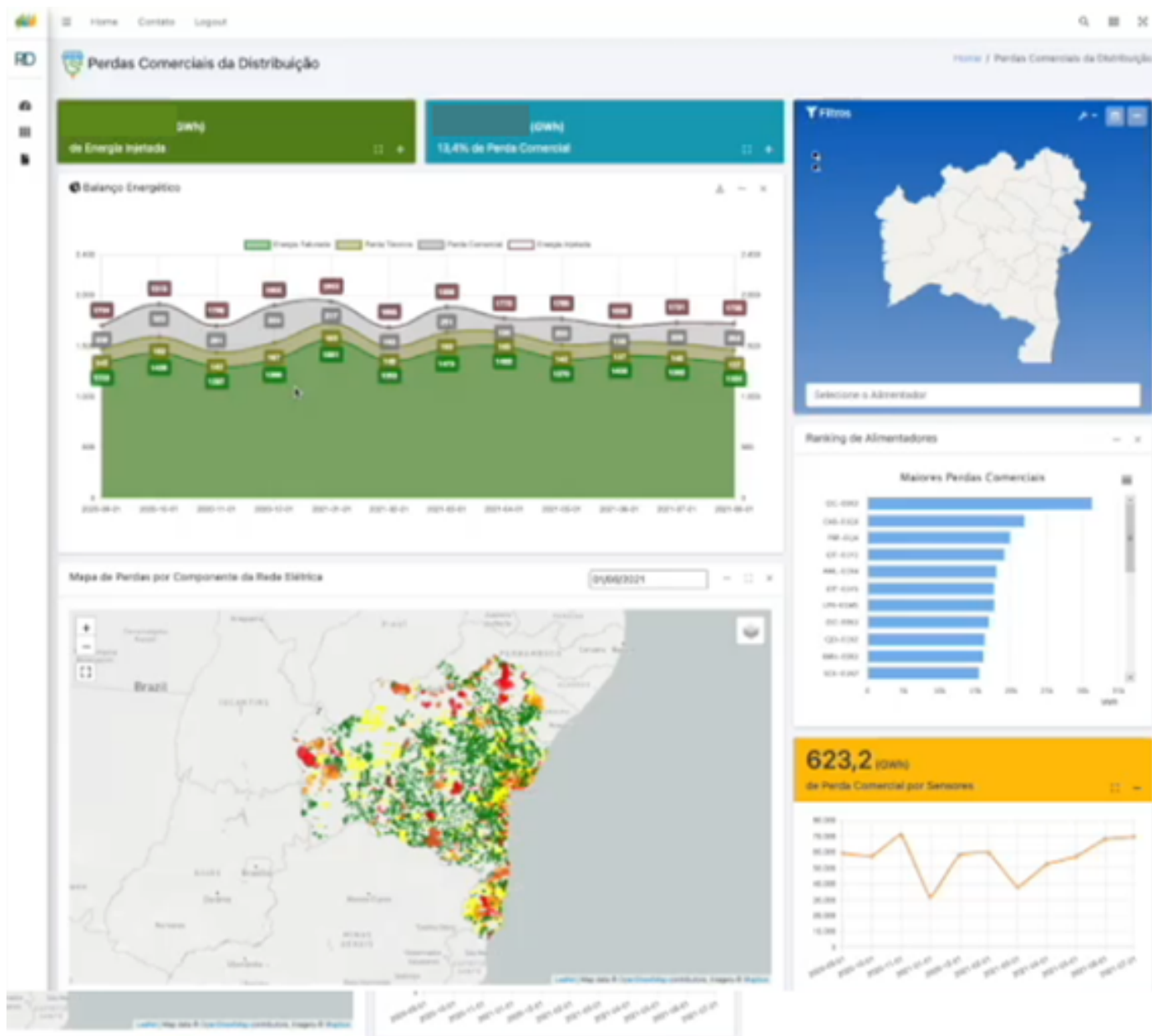


Figura 4 - Tela do GODEL Analytics

### GODEL Smart Sensor 69 / 138 kV

O GODEL Smart Sensor 69 / 138 kV é a versão do Sensor Inteligente para o monitoramento de linhas de subtransmissão.

Focado na detecção de faltas de energia, o equipamento é capaz de agrupar até 6 sensores por unidade concentradora. Ele também possui configuração e atualização remota de firmware, sinalizador luminoso de falta permanente, comunicação e acesso local por bluetooth.

Com o GODEL Smart Sensor 69 / 138kV, é possível monitorar, dentre outros:

- Falta transitória por fase e por grupo
- Falta permanente por fase e por grupo
- Religamento e Desligamento (por fase)
- Surto de corrente
- Inversão de fluxo
- Corrente (RMS por fase)

- Módulo e ângulo fase A, B e C





Figura 5 - GODEL Smart Sensor 69 / 138kV

### **GODEL PQA-900**

O GODEL PQA-900 é um Qualímetro do tipo Classe A, que, além de atender a todos os requisitos dos Procedimentos de Distribuição e normas internacionais, se diferencia dos concorrentes por possuir capacidade para registros de formas de onda contínua, sem perda de informação. Assim, as análises técnicas passam a ser mais assertivas, possibilitando dar respostas mais completas aos clientes sobre a qualidade do fornecimento de energia.



Figura 6 - GODEL PQA-900

Um exemplo de oscilografia registrada pelo GODEL PQA-900, instalado num cliente da Neoenergia, é a do evento do apagão ocorrido em agosto de 2023. Como pode ser visto na Figura 7, percebe-se um registro completo do evento, com duração de aproximadamente 6 segundos, com todas as deformações na forma

de onda de tensão, consequentes deformações na forma de onda da corrente, tentativas de restabelecimento do sistema até o desligamento total.

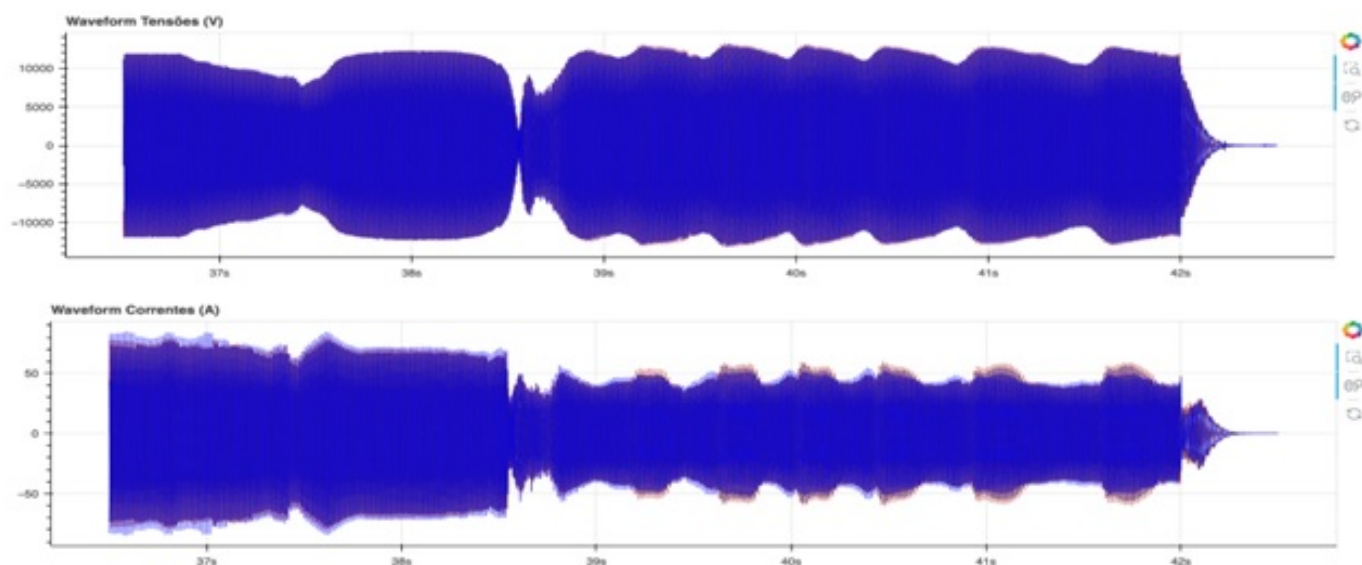


Figura 7 - Oscilografia do evento do apagão de 15/08/2023, registrada pelo GODEL PQA-900

#### **GODEL Conecta**

O GODEL Conecta é um sistema pioneiro no Brasil para avaliação da capacidade da rede elétrica em acomodar novas conexões de geradores distribuídos. O usuário pode efetuar a consulta de acesso indicando o montante de geração desejada e o local, através do endereço, CEP ou coordenadas geográficas. O sistema responde de forma imediata retornando o ponto mais apropriado para a conexão solicitada, indicando ainda se há ou não a necessidade de obras de reforço. Devido ao crescimento exponencial da geração distribuída, o GODEL Conecta é uma alternativa para otimizar a análise da distribuidora, reduzindo o tempo de resposta aos clientes que desejam instalar sua geração distribuída. Além disso, também está disponível para todos os clientes da Neoenergia nos sites das distribuidoras, permitindo maior autonomia dos integradores de GD em suas prospecções, dando maior rapidez e transparência ao processo de conexão de novos geradores. O sistema está disponível para todos os clientes das cinco distribuidoras da Neoenergia, e pode ser acessado pelo website das empresas ou através do link [www.neoenergia.com/godel-conecta](http://www.neoenergia.com/godel-conecta).

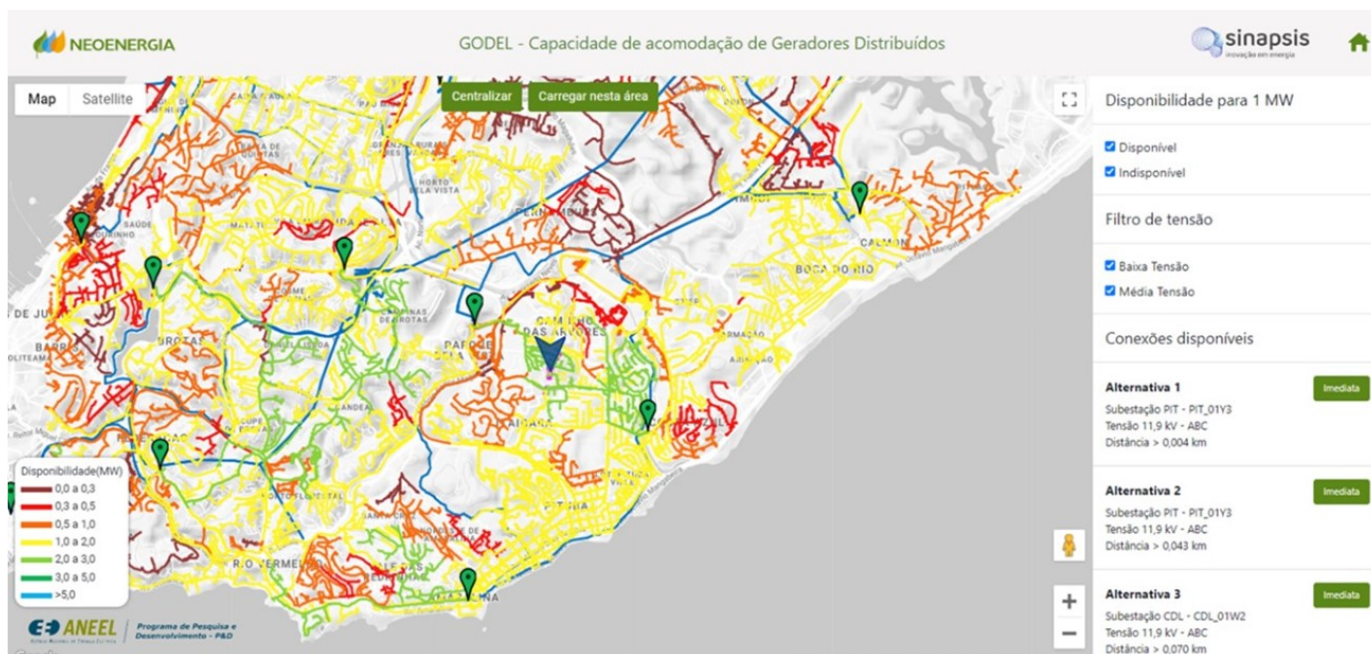


Figura 8 - Tela do GODEL Conecta

### GODEL Multilink

O Concentrador GODEL Multilink é uma tecnologia que promove a transferência segura de informações entre os equipamentos do sistema elétrico e os sistemas da distribuidora, além de garantir a interoperabilidade entre equipamentos de fabricantes diferentes na mesma rede de comunicação, em especial medidores inteligentes.

Utilizando o protocolo de comunicação WI-SUN, tecnologia pioneira em comunicações, o Concentrador GODEL Multilink se conecta a equipamentos como Medidores Inteligentes e Sensores inteligentes, todos estes na mesma rede de comunicação, coleta seus dados e transfere para os sistemas da empresa através de rede WAN (Wide Area Network), implantada por múltiplos meios, como: rede celular 3G/4G, comunicação via Satélite e via fibra ótica, o que garante maior confiabilidade ao sistema de comunicação.

Desenvolvido pela Neoenergia, em parceria com o Lactec e a Tecsyst, o equipamento possui 6 slots de comunicação para manter a escalabilidade, 2 slots para Comunicação WAN, e pode ter até 4 slots para roteadores de borda Wi-SUN para comunicação FAN (Field Área Network). Cada roteador de borda tem a capacidade para até 1000 dispositivos, totalizando 4000 dispositivos por concentrador. O Multilink ainda possui uma área de cobertura de 5 km com os dispositivos formando uma rede mesh.

A solução ainda é composta pelo Repetidor GODEL Multilink, um repetidor de sinal que promove o aumento de alcance do sinal dos dispositivos quando estes estão espaçados entre si, os repetidores podem também reduzir a latência da comunicação nos casos em que os equipamentos formam uma rede de comunicação mais densa, como é o caso dos medidores inteligentes.

Essa solução, pioneira no mundo, garante a interoperabilidade de medidores inteligentes de diferentes fabricantes, resolvendo um gargalo tecnológico para a implantação em larga escala da medição inteligente no Brasil. Hoje, ao implantar medidores inteligentes, cada fabricante irá formar sua própria rede de comunicação. Com o GODEL Multilink, a interoperabilidade é garantida, fazendo com que todos os equipamentos, de todos os fabricantes, estejam conectados a uma mesma rede WI-SUN, ampliando a escalabilidade da comunicação.



Figura 9 - Concentrador GODEL Multilink

#### 4. Resultados obtidos com a utilização dos produtos da família GODEL

As tecnologias GODEL são uma inovação disruptiva, que trouxe novos horizontes nos processos de redução de perdas e de aumento de qualidade das distribuidoras da Neoenergia.

A partir da utilização dessas tecnologias, a Neoenergia implementou um processo de redução de perdas técnicas que não era praticado. Com isso, foram realizadas mais de 800 ações para a redução de perdas técnicas, como a instalação, normalização e remoção de bancos de capacitor, transposições de fase, priorização de obras e intervenções no sistema de alta tensão. Essas ações geraram uma redução de mais de 136 GWh de perdas técnicas em quatro anos, o que representou mais de R\$ 25 MM de redução de custos com compra de energia.

Além disso, foi possível quebrar o paradigma de que apenas ações estruturantes e de alto investimento seriam capazes de reduzir as perdas técnicas. Ações mais simples, rápidas e baratas, como instalação e remoção de bancos de capacitores ou transposição de fases foram tão importantes quanto as obras de recondutoramento que foram priorizadas com a utilização do GODEL.

Também foram realizadas ações para a redução de perdas não técnicas com a utilização do GODEL Perdas, como a seleção de áreas de melhor viabilidade para blindagem de rede, operações de inspeção e a utilização dos dados dos balanços para a seleção de alvos individuais. Essas ações resultaram em mais de 32 GWh de energia recuperada e agregada em dois anos, o que representou mais de R\$ 12 MM de aumento de faturamento com recuperação de receita.

A Figura 10 apresenta um exemplo de identificação de um pequeno trecho de um alimentador com uma concentração elevada de perdas não técnicas. Quando analisado em detalhes, é possível observar que existem edificações na região sem que haja uma rede de média tensão atendendo essas unidades. Em



campo, observou-se a presença de centenas de unidades clandestinas, que foram posteriormente regularizadas a partir de uma obra de extensão de rede.



Figura 10 - Trecho de rede com perdas não técnicas elevadas devido a unidades clandestinas

Com a aplicação dos produtos do GODEL Qualidade, a Neoenergia foi capaz de resolver problemas complexos de qualidade de grandes clientes industriais. Em um dos casos em que os produtos foram aplicados, foi possível reduzir drasticamente os desligamentos de um cliente industrial devido a Variações de Tensão de Curta Duração (VTCDs) a partir de uma análise massiva de dados, o que permitiu diminuir a chamada área de vulnerabilidade da unidade de 600km para menos de 60km. Ou seja, foi possível reduzir em 10x o esforço de manutenção da rede para o melhor atendimento do cliente, além de definir com assertividade quais proteções precisariam ter o ajuste revisto. Isso fez com que as reclamações deste cliente praticamente zerassem, transformando um cliente detrator em um cliente promotor.

A Figura 11 apresenta a classificação massiva dos eventos de VTCD em função do seu impacto no funcionamento da planta deste grande cliente industrial, bem como a área de vulnerabilidade do cliente, que são os trechos de rede nos quais acontecem os eventos que provocam desligamento da planta.

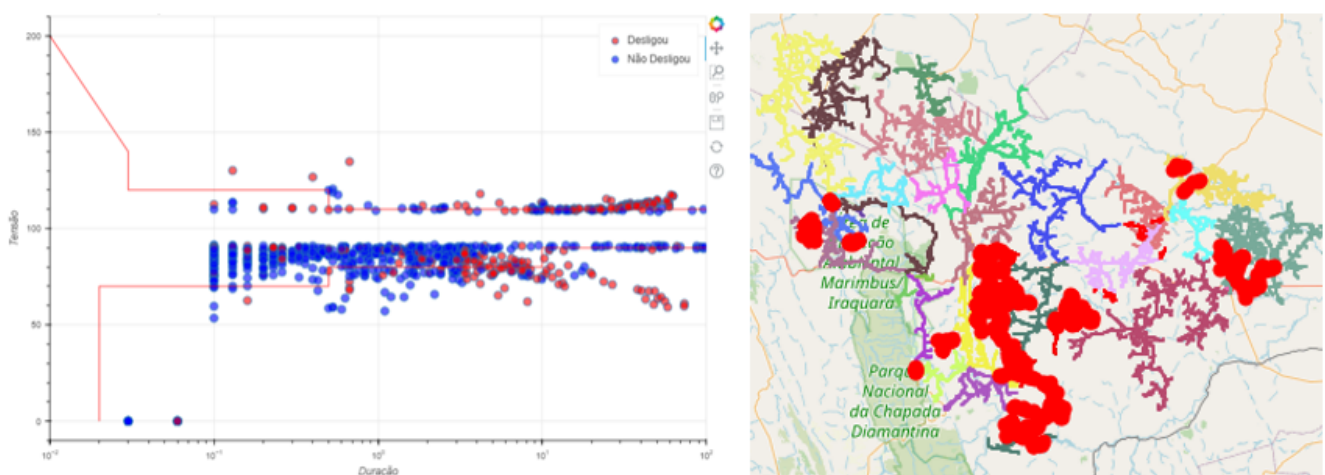


Figura 11 - Classificação massiva de eventos de VTCD em função do impacto no cliente e definição da área de vulnerabilidade

A Figura 12 apresenta a quantidade de eventos de desligamento total ou parcial da planta industrial deste cliente. É possível verificar a redução significativa dos desligamentos após a implantação de ações de



ajustes de proteção na rede da distribuidora e na rede interna do cliente, após recomendações da Neoenergia.

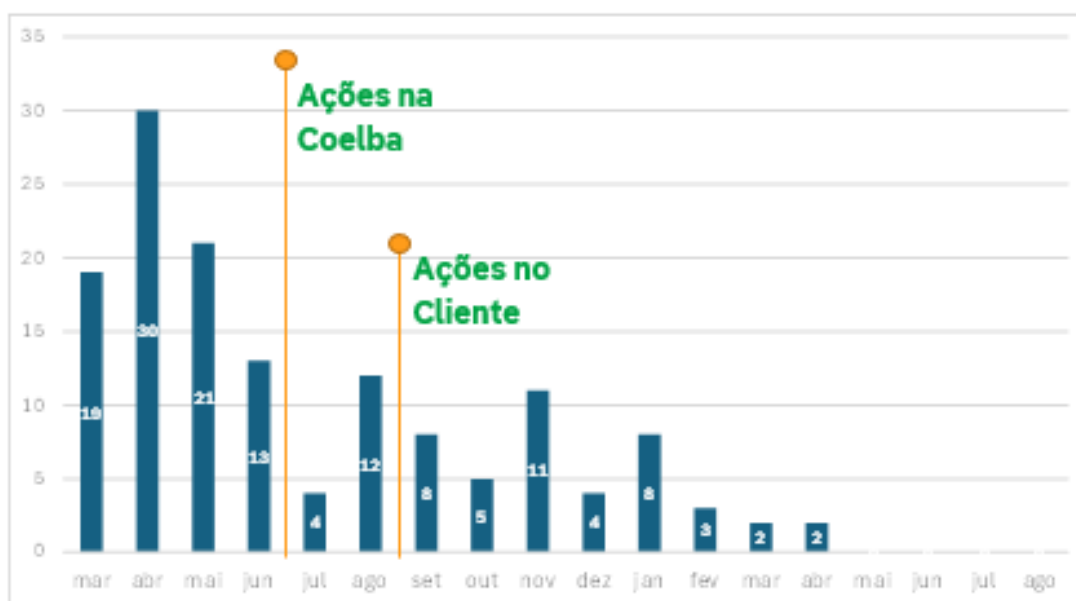


Figura 12 - Eventos de desligamento total ou parcial de cliente industrial

Além do GODEL Perdas e do GODEL Qualidade, a Neoenergia também disponibilizou para todos os clientes das cinco distribuidoras o GODEL Conecta. O sistema foi lançado em outubro de 2023, e desde então já teve mais de 1,2 milhões de visualizações e cerca de 30 mil consultas de disponibilidade. E com relação à utilização dos produtos da família GODEL pelo setor elétrico brasileiro, destaca-se a comercialização de mais de 28 mil unidades de produtos, desde 2017, sendo aproximadamente metade para empresas de outros grupos econômicos. Essa comercialização gerou um faturamento da ordem de R\$ 134 milhões, e uma remuneração da ordem de R\$ 6,3 milhões em royalties para a Neoenergia.

### 3. Conclusão

Os produtos da família GODEL representam um marco no setor elétrico brasileiro, destacando-se como um dos grandes cases de inovação tecnológica no âmbito do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Neoenergia, regulado pela ANEEL.

Desenvolvidos com foco nas necessidades específicas da Neoenergia e do mercado nacional, os produtos da família GODEL são um exemplo concreto da capacidade do Brasil de criar soluções tecnológicas de ponta para redes inteligentes.

Com tecnologias avançadas, como sensores inteligentes, plataformas de analytics e sistemas integrados de monitoramento e planejamento, o GODEL não só contribui para a redução de perdas técnicas e comerciais, como também melhora a qualidade do fornecimento de energia elétrica e promove uma maior transparência na conexão de geração distribuída. Os resultados alcançados, como a recuperação significativa de energia e a melhora no atendimento a grandes consumidores industriais, demonstram o impacto direto dessas soluções na eficiência e na sustentabilidade do setor elétrico.

Além disso, o sucesso comercial do GODEL, com a comercialização de milhares de unidades para empresas de outros grupos econômicos, reforça sua relevância no mercado e demonstra o potencial do Brasil em

fornecer tecnologia de alta qualidade. Por meio de um modelo de inovação em rede, envolvendo parcerias com universidades, indústrias e centros de pesquisa, a Neoenergia estabeleceu um padrão de excelência no desenvolvimento de tecnologias inovadoras.

Assim, o GODEL se posiciona como uma solução robusta e estratégica, capaz de enfrentar os desafios da transição energética e de promover um setor elétrico mais resiliente, eficiente e sustentável.

#### **4. Referências bibliográficas**

ANEEL. Regulamentação do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Setor Elétrico Brasileiro. Brasília: ANEEL, 2022. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 25 nov. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Smart grids: Energy System. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/energy-system/electricity/smart-grids>. Acesso em: 25 nov. 2024.

PEREIRA, G.; WEISS, M. Redes inteligentes – principais desafios para o caso brasileiro. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/handle/10438/19648>. Acesso em: 25 nov. 2024.