

**PECE – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM ENGENHARIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS, GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

MANOEL RAIMUNDO MOTA DE LUCENA

**APLICAÇÃO DE IOT NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E SUA
IMPORTÂNCIA PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

São Paulo

2020

MANOEL RAIMUNDO MOTA DE LUCENA

APLICAÇÃO DE IOT NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E SUA
IMPORTÂNCIA PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Monografia apresentada como exigência para obtenção do Título de Especialista em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, no Programa de Pós-Graduação Lato sensu do Programa de Educação Continuada em Engenharia (PECE), da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo de Andrade Barreto.

São Paulo

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Lucena, Manoel Raimundo Mota de.

Aplicação de IOT na distribuição de energia elétrica e sua importância para a transição energética. / M. Lucena, orientador: Gustavo de Andrade Barreto. – São Paulo, 2020.

40f.: il.; 30 cm.

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e em Eficiência Energética) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Transição energética. 2. *Smart Grid*. 3. Internet das coisas. 4. Tecnologia

Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

AGRADECIMENTO

Ao meu filho Lucas e a minha esposa Kelly que são o real motivo pelo o qual eu busco me tornar uma pessoa melhor.

Aos meus amigos e companheiros do PECE, Leonardo Peruzzo e Geovane Mancini pelas longas jornadas de estudos na busca pelo conhecimento.

Ao professor Gustavo Barreto que acreditou em mim para desenvolver este trabalho.

Aos demais professores do PECE pelo suporte e transferência de conhecimento em alto nível, o que possibilitou o alcance de meu objetivo que foi a conclusão desta monografia.

*“O avanço da transição
energética é diretamente proporcional ao
uso da tecnologia em larga escala.”*

Manoel Lucena

RESUMO

LUCENA, Manoel Raimundo mota de Lucena. **Aplicação de IOT na distribuição de energia elétrica e sua importância para a transição energética**. 2020. 40 f. Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e em Eficiência Energética) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

Nos últimos anos, devido as mudanças no padrão de comportamento da sociedade, principalmente devido à utilização da tecnologia em alta escala e necessidade cada vez maior de disponibilidade de energia elétrica, se fez necessário uma reavaliação da forma como a energia elétrica deve ser gerada, distribuída e inclusive consumida no futuro, esta reavaliação resultou no que hoje chamamos de transição energética. A transição energética é o caminho que iremos percorrer gerando mudanças em todo o sistema elétrico de potência, este caminho irá nos guiar ao novo padrão de sistemas elétricos, que deverá atender as mais variadas demandas, além de aspectos ambientais, questões essas cada vez mais importante. Estes sistemas deverão ser inteligentes (*Smart grids*) e acima de tudo possuir alta disponibilidade, capacidade de customização, diversificação de tecnologias, sustentabilidade, portabilidade, utilização de tecnologia em alta escala e elevado padrão qualidade de serviços. Para tanto, a utilização de tecnologia em larga escala será uma necessidade de primeira importância, pois ela converge diretamente com as demais necessidades, viabilizando suas implementações. A conectividade será o coração dos sistemas, e é neste cenário que surge a IOT (Internet das coisas) que tem potencial para ser um dos conceitos chaves para a transição energética. No estudo de caso apresentado neste trabalho, houve a demonstração de que a transição para redes inteligentes já está acontecendo.

Palavras chave: Energia elétrica. Transição energética. *Smart grids*. Tecnologia. Internet das coisas. Qualidade dos serviços. Padrão de comportamento.

ABSTRACT

LUCENA, Manoel Raimundo mota de Lucena. **Application of IOT in the distribution of electricity and its importance for the energy transition.** 2020. 40 f. Monograph (Specialization in Renewable Energies, Distributed Generation and Energy Efficiency) - Polytechnic School of the University of São Paulo. Engineering Continuing Education Program

In recent years, due to changes in the behavior pattern of society, mainly due to the use of technology on a large scale and the increasing need for the availability of electricity, it was necessary to reevaluate the way electricity should be generated, distributed and even consumed in the future, this reassessment resulted in what we now call the energy transition. The energy transition is the path that we will take generating changes in the entire electrical power system, this path will guide us to the new standard of electrical systems, which should meet the most varied demands, in addition to environmental aspects, an increasingly important issue. These systems should be intelligent (Smart grids) and above all have high availability, capacity for customization, diversification of technologies, sustainability, portability, use of technology on a large scale and high standard of service quality. For this, the use of technology on a large scale will be a necessity of primary importance, since it converges directly with the other needs, making its implementations feasible. Connectivity will be the heart of systems, and it is in this scenario that the IOT (Internet of Things) emerges, which has the potential to be one of the key concepts for the energy transition. In the case study presented in this paper, there was a demonstration that a transition to smart grids is already underway.

Keywords: Electric energy. Energy transition. Smart grids. Technology. Internet of things. Quality of services. Behavior pattern.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gases de efeito estufa sendo emitidos para atmosfera.....	12
Figura 2 - Idéia de conectividade nas Cidades	13
Figura 3 – Interligação entre os segmentos	14
Figura 4 – Integração de componentes.....	15
Figura 5 - Ilustração da transição energética no Brasil	17
Figura 6 – Nova dinâmica dos negócios	22
Figura 7 - Locais onde as obras já iniciaram	27
Figura 8 – Ideia da Solução.....	29
Figura 9 – Funcionalidades e integrações	29
Figura 10 – Posição do Koala no cartucho.....	30
Figura 10A – Indicador de acionamento de base fusível Koala.....	30
Figura 11 – Posição do equipamento na calibração	32
Figura 12 – Posição de encaixe correto das peças.....	32
Figura 13 – Evolução da PoC com sensores TecSys.....	34
Figura 14 - Relatório dos Dispositivos (TecSys)	36
Figura 15 - Localidades analisadas	37
Figura 16 - Equipamento instalado na base fusível.....	39
Figura 17 – Autuações registradas	40

LISTAS DE ABREVEATURAS E SIGLAS

IOT – Internet das coisas

SEP – Sistema elétrico de potência

CO₂ – Gás carbônico

SCADA – Sistemas de supervisão e aquisição de dados

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

BF – Base fusível

DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

EDSP Enel Distribuição São Paulo

BT – Baixa tensão

MT – Média tensão

TME – Turma de manutenção de emergência

ANEEL – Agência Nacional de energia elétrica

GEM – Gestão energética municipal

COFIEX - Comissão de Financiamentos Externos

PCH – Pequenas centrais hidrelétricas

IP – Iluminação pública

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Motivação, Justificativa e Relevância do Tema	13
2. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA.....	16
3. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL	17
4. ESTÍMULOS À INOVAÇÃO NO BRASILr	18
5. O SISTEMA ELÉTRICO NO FUTURO.....	20
5.1. Distribuição inteligente	20
6. IOT - INTERNET DAS COISAS	23
6.1. Aplicação da internet das coisas	23
6.2. IOT em cidades inteligentes	24
6.3. IOT na distribuição de energia.....	25
6.4. O futuro já chegou.....	26
7. ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO IOT – FUSE AND BRANCH SENSING.....	28
7.1. Breve histórico	28
7.2. Tecnologia.....	30
7.3. Calibração	31
7.4. Testes realizados	33
7.5. Primeiros resultados	34
7.6. Local de instalação.....	36
7.7. Valores	37
7.8. Instalação dos equipamentos.....	37
7.9. Treinamento das equipes.....	38
7.10. Instalação em campo.....	38
7.11. Análise de pós execução	39
7.12. Análises preliminares	40
7.13. Discussão referente ao projeto – Fuse and branch sensing	41
8. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

Dentre os seguimentos comparáveis com o de energia elétrica, por exemplo o de telecomunicações, nota-se uma avanço muito maior do que o identificado no setor elétrico desde sua invenção, telecomunicações por exemplo sofreu uma verdadeira revolução tecnológica nas últimas décadas, em contrapartida o modelo de geração/transmissão e distribuição (além do consumo) continua possuindo boa parte das mesmas características ao longo de décadas, contudo neste momento, estamos caminhando para uma revolução também no setor elétrico, com perspectivas de mudanças revolucionárias nos próximos anos em todo o sistema elétrico de potência (SEP). Todavia, é importante salientar que as necessidades de mudanças não surgem por acaso, além da necessidade de aperfeiçoar o modelo atual para atender as necessidades de consumidores cada vez mais exigentes e sensíveis, trazendo maior conforto, qualidade e diversificação de serviços para as pessoas.

É notório que as mudanças climáticas possuem um papel fundamental ao impulsionar a humanidade em busca de soluções que possam “agredir” menos ao meio ambiente, principalmente pelo fato de que o setor energético é o principal emissor de gases de efeito estufa, sendo responsável por 24% das emissões de carbono, o que torna este tema crucial para as políticas energéticas, por exemplo com estudos para a eliminação da geração de energia a partir de combustíveis fósseis. Na **figura 1** podemos notar o grau de poluição sendo emitida para a atmosfera.

Figura 1: Gases de efeito estufa sendo emitidos para atmosfera



Fonte: <https://betaeq.com.br/index.php/2019/07/05/impacto-ambiental-dos-combustiveis-fosseis/>

extremamente complexo já que possui esferas sociais, ambientais e econômicas. Na **figura 3** nota-se a interligação entre os segmentos.

Figura 3: Interligação entre os segmentos



Fonte: Livro a energia na cidade do futuro de Guilherme de Azevedo Dantas

Ao passo que desenvolvimento socioeconômico e consumo de energia elétrica caminham juntos, o perfil de consumo está mudando rapidamente, pois tecnologias como a da comunicação possuem o poder de mudar o comportamento humano, criando novas culturas e novos hábitos a velocidades surpreendentes. Isso tudo exige alta adaptabilidade dos sistemas elétricos para atender a todas as necessidades da sociedade. A energia elétrica nunca foi tão importante no mundo como é neste momento. Em uma situação de pandemia como a que estamos vivendo atualmente, a dependência da energia elétrica tornou-se exponencial o que torna sua alta disponibilidade crucial para as sociedades atuais.

As tecnologias disponíveis atualmente, bem como seu potencial de evolução, chamam a atenção dos “pensadores” envolvidos com sistemas elétricos de potência, neste cenário, desenvolver temas relacionados com a transição energética é extremamente motivante, já que cada vez mais o mundo será dependente dos recursos energéticos (principalmente de energia elétrica).

Atualmente muito se fala em IOT (internet das coisas) e eficiência energética, além da necessidade de redução da emissão de gás carbônico (CO₂) no processo de geração de energia, portanto considerando este cenário, nota-se a relevância do tema.

No estudo de caso apresentado neste trabalho, ficará claro como tecnologias já disponíveis, podem ser incorporadas aos demais dispositivos existentes no sistema elétrico, revolucionando suas funcionalidades e tornando-os muito mais eficientes.

É importante salientar que o foco principal deste trabalho, são as redes de distribuição de energia, ele abordará principalmente aspectos da rede de distribuição existente na cidade de São Paulo e alguns municípios limítrofes, porém conforme o trabalho apresenta, a tecnologia pode ser facilmente incorporada aos mais diversos componentes do sistema elétrico e é neste ponto que gostaria de chamar a atenção, pois a transição energética apenas será possível como a utilização da tecnologia com alta capacidade de integração em larga escala. Na **figura 4** temos exemplos de integração de componentes.

Figura 4: Integração de componentes



Fonte: <https://hbrbr.com.br/estrategia-internet-das-coisas/>

2. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A transição energética como conceito para uma economia onde foco é a baixa emissão de carbono é o que norteia as iniciativas contempladas neste processo.

Quando falamos em transição, estamos nos referindo em sair de uma situação com o objetivo de chegar em outra, portanto, trata-se de um conjunto de ações baseadas em um olhar holístico e que acima de tudo baliza-se por sustentabilidade e tecnologia.

A transição energética não é somente buscar a mudança do modelo energético atual para um modelo mais eficiente considerando atender as demandas de meio ambiente.

Antes de mais nada, precisamos compreender o conceito de eficiência energética e tudo o que o envolve, baseando-se não apenas na geração e consumo e sim no papel que todos os integrantes da sociedade fazem neste modelo.

Transição energética não se trata apenas de emissão de baixo carbono, mas também sobre a customização de serviços, passando por uma mudança estrutural da sociedade e seus hábitos, que aliás atualmente mudam em uma velocidade impressionante.

A produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis está no âmago da transição energética, contudo, garantir que todos tenham acesso aos recursos energéticos é ponto focal no conceito, onde buscar equilibrar a demanda por energia com disponibilidade se torna um grande desafio.

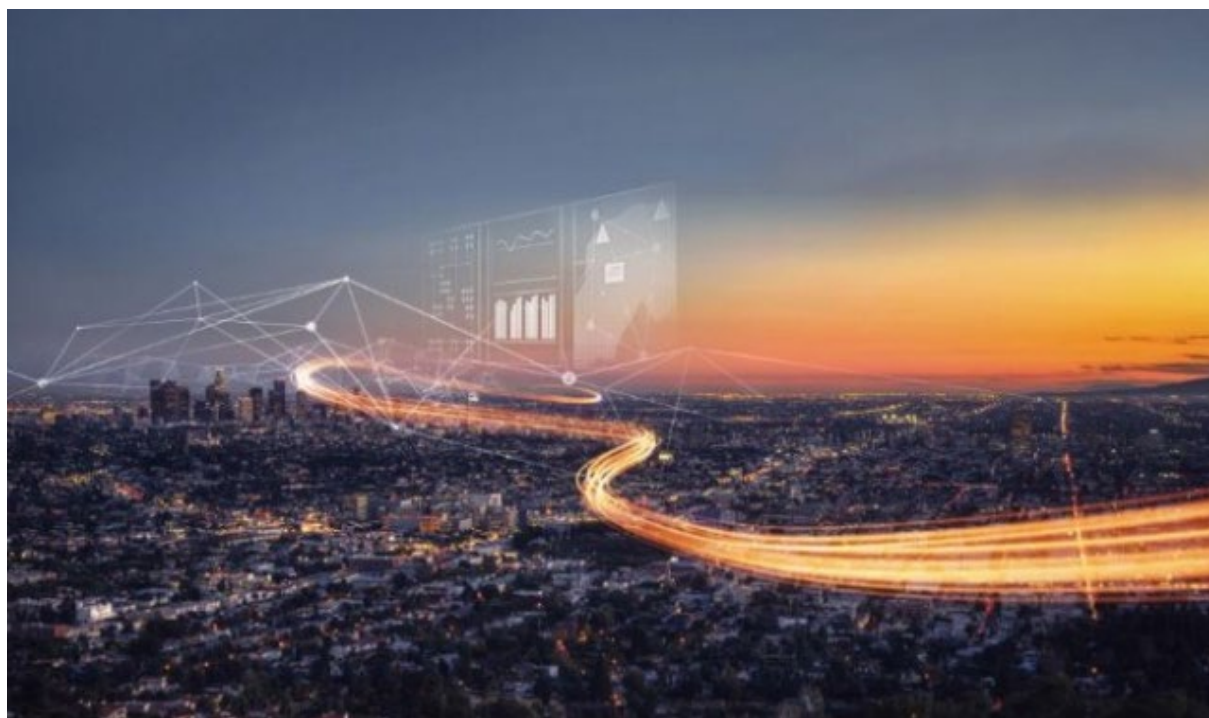
As perguntas são: Será que sempre haverá energia disponível para todos? Será que apenas com fontes renováveis poderemos suprir toda a demanda por energia ou a utilização de combustíveis poluentes será sempre necessária? Qual o papel da tecnologia neste cenário?

3. TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL

A matriz energética Brasileira é uma das que mais utilizam fontes renováveis do mundo (com perfil industrializado). Em 12/12/2015 foi assumido o primeiro acordo universal sobre as mudanças climáticas e seus impactos no planeta, este evento ficou conhecido como o acordo de Paris. Este acordo foi assinado por 195 nações, ratificando uma posição extremamente abrangente e global com relação às mudanças climáticas, chamando a atenção do mundo para os impactos que cada país acarreta ao meio ambiente e o que deve ser feito de forma sistêmica.

O Brasil se comprometeu junto às nações unidas em documento assinado em 2016, a promover até 2025 uma significativa redução (37%) na emissão de gases de efeito estufa quando comparado ao ano base de 2005, além de outras metas que incluem aumentar a participação da Bioenergia sustentável na matriz elétrica Brasileira (+ 18%), obter 10% de ganhos com relação à eficiência energética no setor elétrico e alcançar 45% de participação de energias renováveis (estes percentuais não incluem a participação da energia hidrelétrica). A **figura 5** ilustra a transição energética no Brasil.

Figura 5: Transição energética no Brasil



Fonte: <https://medium.com/siemens-no-brasil/desafios-do-brasil-para-a-transi%C3%A7%C3%A3o-energ%C3%A9tica-cb719533f425>

4. ESTÍMULOS À INOVAÇÃO NO BRASIL

Percebe-se que atualmente no Brasil há muitas ações que tem por objetivo incentivar as energias renováveis, aplicação de tecnologia e a eficiência energética, podemos citar entre elas, Leis e financiamentos especiais, abaixo temos alguns exemplos destas iniciativas:

➤ **Lei da eficiência energética nº 10.295/2001.**

A partir de 2001 o Brasil passou a ter um importante instrumento para a viabilização da eficiência energética, a Lei nº 10.295, também conhecida como Lei de Eficiência Energética. Foi elaborada sob o entendimento de que a conservação de energia deve ser de responsabilidade da Política Energética Nacional, a Lei em questão estimula o desenvolvimento tecnológico, a preservação ambiental e a introdução de produtos mais eficientes no mercado Brasileiro.

➤ **Resolução Normativa ANEEL 482/2012.**

A resolução 482 da ANEEL é considerada o marco regulatório que deu permissão aos consumidores para realizar a troca da energia gerada com a da rede elétrica, criando as regras de compensação, este é o sistema que compensa o consumidor pela energia elétrica injetada na rede.

➤ **Lei nº 9.991/2000.**

Esta Lei é fruto de longa interação entre as áreas técnicas de diversos departamentos como: MME, Eletrobras, Aneel, Associações de Classe e Congresso Nacional, o texto que foi aprovado pelo poder Executivo, garante ao Procel a continuidade de Programas e Políticas Públicas em Eficiência Energética em áreas como Educação, Indústria, Saneamento, Iluminação Pública (pelo programa RELUZ), Edificações e Prédios Públicos, e Gestão Energética Municipal (GEM).

➤ **Financiamento Nacional BNDS.**

Programa de financiamento voltado a dar suporte financeiros a empresas que buscam inovar em seu negócio entre outras situações.

➤ **Financiamentos multilaterais.**

O Ministério da Economia, por meio da Secretaria Especial de Comércio Exterior e Assuntos Internacionais (Secint), publicou no dia 15 de abril a Resolução nº 02/2020 da Comissão de Financiamentos Externos (Cofix), para alterar a Resolução Cofix nº 4/2019, que trata dos procedimentos para contratação de financiamentos com bancos multilaterais. A medida é importante, pois o financiamento de projetos nacionais e regionais a partir da contratação de empréstimos com órgãos internacionais tem sido visto como alternativa para enfrentar a escassez de recursos no país – sobretudo públicos.

➤ **Programas: PROINFA.**

Trata-se de um programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica é o encargo pago no Brasil por todos os agentes do Sistema Interligado Nacional que atuam com comercialização de energia elétrica com o consumidor final ou que recolhem tarifa de uso das redes elétricas relativa a consumidores livres, para cobertura dos custos da energia elétrica produzida por empreendimentos de produtores independentes, alimentados com base em fontes eólicas, PCH e biomassa participantes do programa.

➤ **Green bonds.**

Green Bonds, também titulados como títulos verdes, são títulos emitidos para a captação de recursos para investimentos em projetos que visam a sustentabilidade e buscam a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Os Green Bonds são como títulos de dívidas, todavia, quando um título é adquirido, o valor só pode ser usado por quem emite o título para financiar investimentos com foco em sustentabilidade.

5. O SISTEMA ELÉTRICO NO FUTURO

Se considerarmos as características dos sistemas elétricos atuais (em alguns casos centenários), iremos perceber o quanto temos um grande desafio para transformá-los, embora estes sistemas elétricos ainda cumpram atualmente o seu papel, ou seja, a energia está chegando aos clientes e garantindo o acesso a eletricidade, no futuro estas redes não atenderão as necessidades da sociedade de forma eficiente, principalmente se considerarmos questões ambientais e de tecnologia. Neste momento percebe-se que o tamanho do desafio está motivando todos os players do setor a emergir na busca por tecnologia.

As redes inteligentes abrem a oportunidade de um sistema elétrico não somente confiável, com alta disponibilidade e focado em energias renováveis, mas também com políticas de gestão por parte da demanda e geração descentralizada. O surgimento da mobilidade elétrica é outro ponto importante que vai gerar mudança tecnológica nos sistemas elétricos, com grande tendência de desativação de toda a frota hoje movida a combustíveis fósseis em uma ou duas décadas.

No futuro vislumbra-se a possibilidade destes veículos elétricos estocarem energia para consumo das residências e/ou injetarem energia na rede, equilibrando a relação capacidade x demanda. Outra tecnologia chave neste processo é a IOT, com capacidade de integrar todos os componentes do sistema, gerando informação massiva em tempo real.

5.1. DISTRIBUIÇÃO INTELIGENTE

A construção dos sistemas elétricos atuais foi baseada em uma configuração centralizada e integrada, com perfil de carga totalmente previsível e fluxo de energia unidirecional. Atualmente devido aos avanços tecnológicos, uma nova era está se configurando a partir do aumento da geração distribuída, principalmente provindas de fontes renováveis de energia, este “fenômeno” irá transformar o consumidor em prosumidor sendo este, muito mais ativo no sistema, inclusive com possibilidade de vender sua energia gerada no futuro. Considerando este cenário é fácil perceber que o sistema elétrico deve ser adaptado a este novo cenário e para isso entrar em cena um conceito chamado “*smart grid*” ou simplesmente redes

inteligentes. Neste conceito as redes possuem aplicação de alta tecnologia de informação e comunicação com a finalidade de monitoramento de todo o sistema tornando sua gestão muito mais eficiente. Neste sentido, as redes *smart grids* são a evolução do setor resultando em flexibilidade, confiabilidade, disponibilidade, agilidade e segurança.

As redes inteligentes possibilitam a coordenação das necessidades de todos os componentes da rede, sejam eles ativos elétricos ou mesmo consumidores.

A implementação das redes inteligentes será gradativa por meio da aplicação de políticas públicas de incentivo, portanto a participação de órgão governamentais é fundamental para o sucesso deste processo, que inclusive irá gerar benefícios ao próprio governo, facilitando sua fiscalização diante das concessionárias de energia e demais componentes do sistema e assim facilitando e promovendo ações de combate a possíveis desvios dentro do setor.

Outro ponto a se destacar é a crescente ampliação da participação das fontes renováveis, que são de interesse também dos governantes devido a baixa emissão de gases de efeito estufa (CO₂) na atmosfera, alguns Governos atuais possuem inclusive metas de reduzir ao mínimo a emissão de gás carbônico (CO₂) por parte de seus Países nos próximos anos.

Apesar do cenário desafiante que conta inclusive com a necessidade de adequação regulamentar, é muito provável que a médio prazo as redes *smart grid* estarão presentes de forma consolidada em todo o SEP. Neste caso o processo de evolução para as redes *smart grid* requer necessariamente os seguintes aspectos:

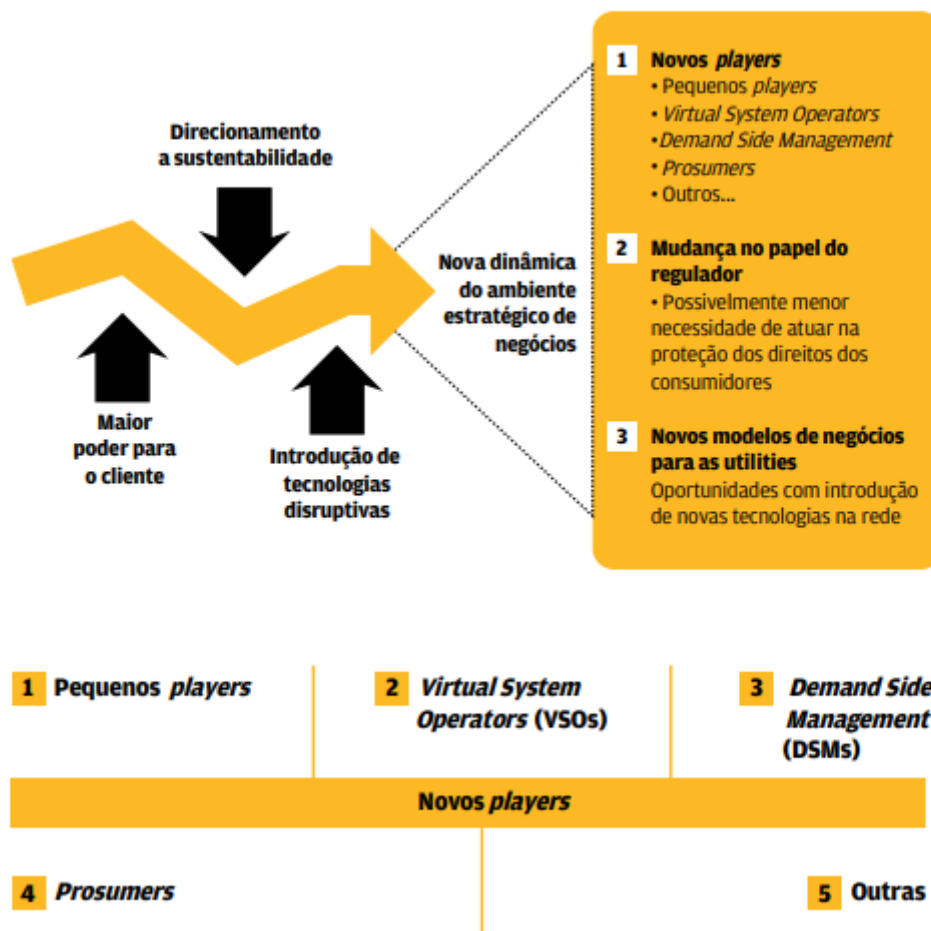
- **Tecnologia de telecomunicações;**
- **Adequação regulatória;**
- **Regras de comercialização mais flexíveis;**
- **Criação de novos padrões;**
- **Estratégias de convergência;**
- **Avaliação dos impactos sociais;**

Tais aspectos serão responsáveis por um novo paradigma do setor elétrico, determinado um significativo impacto a este segmento. Cabe ressaltar que neste novo modelo haverá o surgimento de negócios inovadores que envolverão tanto as Distribuidoras de energia quanto os prosumidores, gerando novas oportunidades para ambos.

Nas redes do futuro com a utilização de medidores inteligentes, haverá captação massiva de dados dos clientes devido ao grande potencial de conectividade e captação de informações e neste cenário surgirá um valioso “poder”, a informação sobre o comportamento da demanda, sendo este um sensível tema já que o comportamento da demanda tem uma relação direta com o comportamento do consumidor, ou seja, a presença de leis e políticas públicas voltadas a privacidade é fundamental.

A substituição de medidores convencionais por medidores inteligentes irá promover um novo modelo de relacionamento entre as partes envolvidas, possibilitando entre outras coisas a mudança na aplicação de tarifas e personalização dos serviços. Na **figura 6** podemos notar a nova dinâmica de negócios.

Figura 6: Nova dinâmica dos negócios



Fonte: Livro “a energia na cidade do futuro” Dantas 2015

6. IOT – INTERNET DAS COISAS

A sigla IOT que vem de um termo em inglês (*Internet of things*) e significa internet das coisas é um conceito revolucionário que consiste na conexão de diferentes objetos, causando a troca de informação entre os mesmos, sejam eles provenientes de qualquer tipo de segmento.

Se considerarmos a necessidade atual de captar informação este conceito é que melhor atende a esta necessidade da sociedade atual, ou seja, ele está sendo aplicado atualmente em tudo.

O que mais chama a atenção neste conceito é que ele não se limita apenas a utilização de protocolos de internet, sendo extremamente versátil para outras tecnologias como (RFID) radiofrequência, Bluetooth, Wifi e Ethernet. Com esta versatilidade é possível entender como este conceito pode ser aplicado aos mais variados objetos, conectando pessoas e sistemas de todos os segmentos da sociedade.

6.1. APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS

Além de gerar comodidade para as pessoas, a internet das coisas é extremamente eficiente para otimizar tarefas, reduzindo o tempo de realização das tarefas além de impactar positivamente nos custos de execução e propiciar informações mais completas e precisas.

Em um estudo realizado pela GARTNER em 2017, houve a previsão de que haverá 26 bilhões de objetos conectados entre si no mundo em 2020 através da internet das coisas.

Como IOT é aplicável em qualquer objeto e possui grande versatilidade, hoje sua aplicação está em desde tarefas bem simples como ligar um ar condicionado até tarefas mais complexas como em indústrias e cidades inteligentes.

6.2. IOT EM CIDADES INTELIGENTES

O modelo de Cidade atual está sendo transformado pela internet das coisas. *Smart Cities* como são conhecidas as Cidades inteligentes utilizam IOT e *Machine learning* para coletar e processar dados dos mais diversos segmentos com o objeto de melhorar a vida de seus cidadãos.

IOT está sendo aplicada nestas Cidades inúmeros processos, como por exemplo:

- **Iluminação pública (IP)** – Gestão de energia (consumo/monitoramento), acompanhamento de falhas nos serviços e identificação de necessidade de melhorias além de aumento da eficiência do sistema. **Motivo:** Iluminação pública (IP) é um tema sensível, pois estes sistemas estão diretamente ligados a segurança e bem estar da população, historicamente os sistemas de iluminação pública sempre apresentaram grande desperdício de energia, ficando ligados inclusive em momentos desnecessário (ex: pela manhã) devido à falta de tecnologia adequada, além de apresentarem dificuldade de identificação de falhas e consequente manutenção precária.
- **Recolhimento de resíduos** - Monitoramento de locais onde existam resíduos para serem tratados/recolhidos além auxílio na identificação de ações de descarte inadequado por parte da população e empresas. **Motivo:** Historicamente a sociedade sempre apresentou grande dificuldade no tratamento de resíduos, tanto em seu recolhimento quanto em seu descarte, gerando grande impacto ambiental além de problemas de saúde para a população, portanto o auxílio da tecnologia para ajudar neste processo é de suma importância.
- **Melhora da poluição** – Monitoramento e gestão da qualidade do ar para plano de ação de melhoramento da qualidade. **Motivo:** Um dos grandes problemas atuais da sociedade é a poluição do ar, em grande parte devido à queima de combustíveis fósseis, por esse motivo a qualidade do ar deve monitorada constantemente, utilizar ferramentas que auxiliem na melhora do ar que respiramos é de fundamental importância para a população.

- **Sistemas de emergência e segurança** – Monitoramento da Cidade com foco na prevenção de assaltos e aumento da segurança pública. **Motivo:** Com o crescimento das cidades nas últimas décadas o tema segurança pública ganhou proporções gigantescas trazendo para os governos muita dificuldade de gestão, pois envolve um grande número de pessoas e áreas muito extensas, a aplicação de tecnologia IOT é fundamental para a gestão da segurança pública pois possibilita entre outras coisas grande obtenção de dados de inteligência.

- **Mobilidade** – Monitoramento do tráfego para ações de diminuição de trânsito, identificação de acidentes e rápido plano de ação. **Motivo:** Com a preocupação sobre a melhora do tráfego nas Cidades com redução dos congestionamentos e rápido atendimento aos acidentes, a tecnologia IOT representa um importante apoio para aumento da eficiência no trânsito.

- **Educação** – Monitoramento da performance dos alunos e personalização das ações educacionais. **Motivo:** Com uma população de estudantes cada vez maior e a necessidade de rápida tomada de decisão, a aplicação de IOT representa uma tendência consolidada para o gerenciamento dos modelos educacionais.

- **Distribuição de energia** – Mudança do modelo atual de distribuição de energia para um modelo mais eficiente. **Motivo:** Com as mudanças de hábitos e novas necessidades geradas a velocidades impressionantes atualmente, a tecnologia IOT se apresenta como importante ferramenta no processo de revolução para um novo modelo energético, devido a sua grande capacidade de integração.

6.3. IOT NA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Sistemas de distribuição de energia sempre foram o coração da evolução humana, contudo, atualmente a necessidade de confiabilidade e disponibilidade das redes de distribuição de energia ganhou proporções nunca vistas antes. A utilização massiva da tecnologia de

comunicação nas sociedades atuais elevou a necessidade de disponibilidade de energia elétrica o que aumenta a responsabilidade das Concessionárias em fornecer energia de forma confiável.

Com a evolução tecnológica caminhando a passos largos, estamos alterando um modelo onde objetos e equipamentos antes isolados e desconectados, passam a fazer parte de uma rede totalmente interligada e comunicativa com a utilização de IOT, tornando-a muito mais eficiente.

Através da implementação de dispositivos totalmente interligados, é possível realizar o monitoramento dos sistemas elétricos em tempo real, por exemplo reduzindo perdas técnicas e não técnicas. Outro ponto interessante é a possibilidade de implementar sistemas *self healing*, onde é estabelecida a comunicação entre Religadores automáticos que são capazes de recompor a rede de forma autônoma em caso de falhas o que auxilia na redução dos impactos DEC e FEC. A utilização de medidores inteligentes também pode ter sua comunicação beneficiada pelo uso de IOT.

A interconectividade entre equipamentos da Rede de distribuição como transformadores, chaves seccionadoras, religadoras, medidores, bancos de capacitores e outros é o que torna a rede “viva” e eleva a qualidade dos serviços prestados a patamares nunca vistos antes da tecnologia IOT.

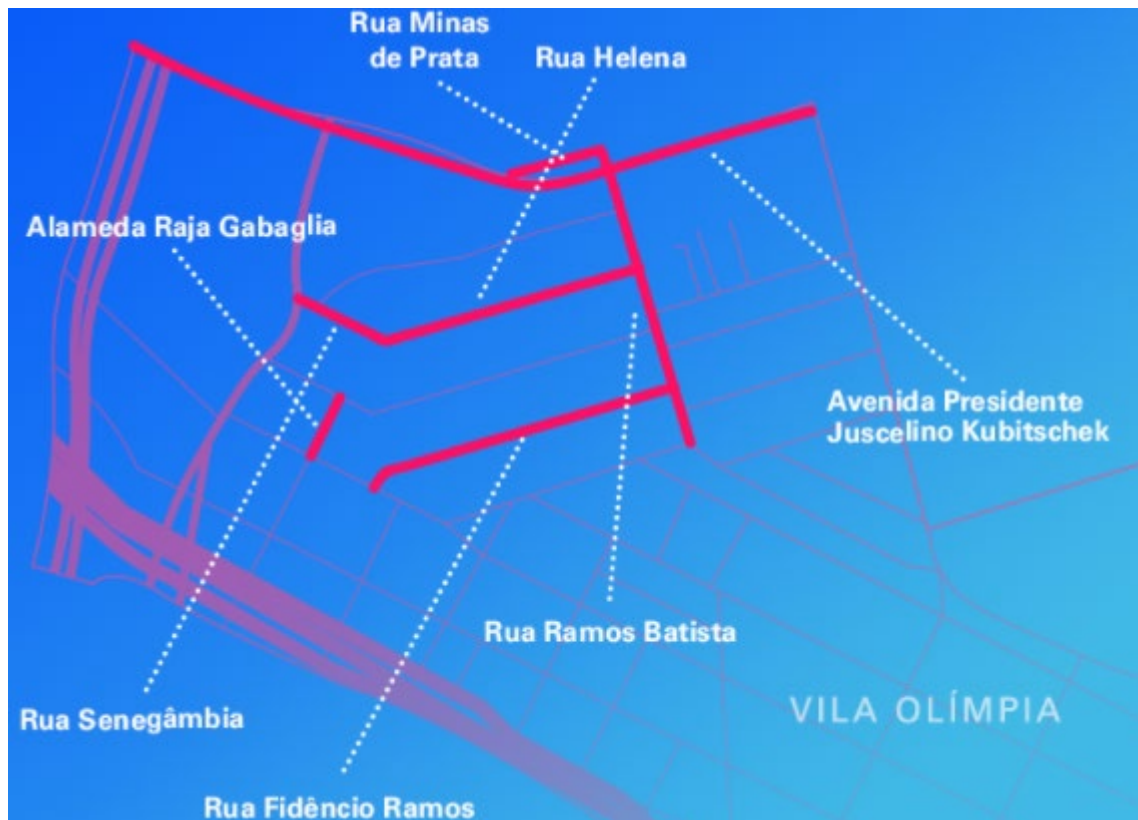
6.4. O FUTURO JÁ CHEGOU

Iniciadas as obras que tornarão São Paulo o primeiro bairro 100% digital do Brasil. O projeto que é uma parceria do governo do Estado de São Paulo e a Enel Distribuição SP, concessionária de energia elétrica que atua na região metropolitana, tem como objetivo instalar tecnologias de ponta na região da Vila Olímpia, tornando o bairro um modelo com relação à distribuição de energia elétrica no País, o bairro está localizado na zona Sul da capital paulista.

A rede de distribuição aérea em breve será extinta na Vila Olímpia, na capital paulista. Em parceria com o governo de São Paulo, a concessionária de energia elétrica Enel divulgou o projeto *Urban Futurability*, um projeto conceito que irá revolucionar a distribuição de energia elétrica no bairro, ao todo serão investidos cerca de R\$ 125 milhões para revolucionar a rede elétrica do bairro, aplicando novas tecnologias. Em breve, devem ser adicionados itens conectados em áreas públicas, mobilidade elétrica e iluminação inteligente.

Hoje a região possui 15,53 quilômetros de cabos subterrâneos. Outros 4,86 quilômetros estão nos projetos e serão enterrados pela Enel em 26 localidades (ruas). A partir do momento que as empresas terceirizadas de telecomunicações que compartilham os postes fizerem o mesmo com seus cabos, cerca de 150 postes poderão ser suprimidos. O projeto prevê a instalação de 4,9 mil sensores nos próximos três anos para coletar dados da rede de distribuição de forma remota em real time. As informações serão utilizadas para auxiliar a distribuidora na operação da rede e para localizar defeitos na rede. Assim, será possível isolar o trecho afetado e reestabelecer automaticamente a energia de forma a reduzir o número de clientes desligados. O atual governador do Estado de São Paulo, João Doria, aproveitou a oportunidade e anunciou, também a criação do Centro Internacional de Tecnologia e Inovação (*Citi*). Com previsão de implementação da unidade até 2020 no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) da Universidade de São Paulo (USP). O governador do Estado considera o *Citi* como o “primeiro Vale do Silício da América do Sul”. A Enel é parceira do estado neste projeto e informa que vai investir em inovação e alta tecnologia para melhorar a qualidade dos serviços prestados à população de São Paulo. Na **figura 7** podemos notar os locais onde as obras já iniciaram.

Figura 7: Locais onde as obras já iniciaram



Fonte: <https://www.eneldistribuicaosp.com.br/vilaolimpia>

7. ESTUDO DE CASO

APLICAÇÃO IOT - FUSE AND BRANCH SENSING – Piloto na EDSP

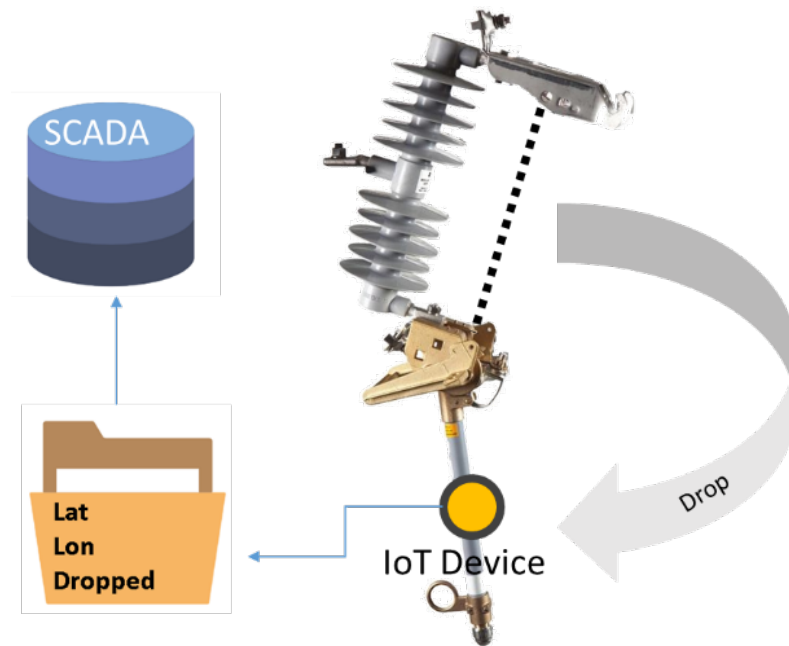
7.1. BREVE HISTÓRICO

Tradicionalmente, as concessionárias de energia utilizam amplamente a proteção com bases fusíveis para ramais da distribuição de média tensão (MT) e de transformadores e média tensão/baixa tensão (MT/BT). Por ser uma solução robusta e barata, ela foi amplamente difundida. Como exemplo, atualmente a ENEL Distribuição São Paulo dispõe de mais de 24 mil bases fusíveis instaladas na rede e trabalha no plano de substituição de mais de 5.500 fusíveis até 2022, ou seja, ainda restarão 18 mil bases fusíveis na área de concessão, sem previsão de substituição.

A iniciativa de monitoramento do estado de fusíveis de proteção de transformadores e ramais de média tensão possui como escopo o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico capaz de monitorar a posição dos fusíveis e sinalizar quando esta posição for modificada. O principal objetivo desta iniciativa é propiciar que a informação do estado dos fusíveis da rede esteja presente no sistema supervisor e redução dos indicadores de continuidade, agilizando a detecção de faltas e realizando o despacho certo de equipes de manutenção para a localização da ocorrência do defeito.

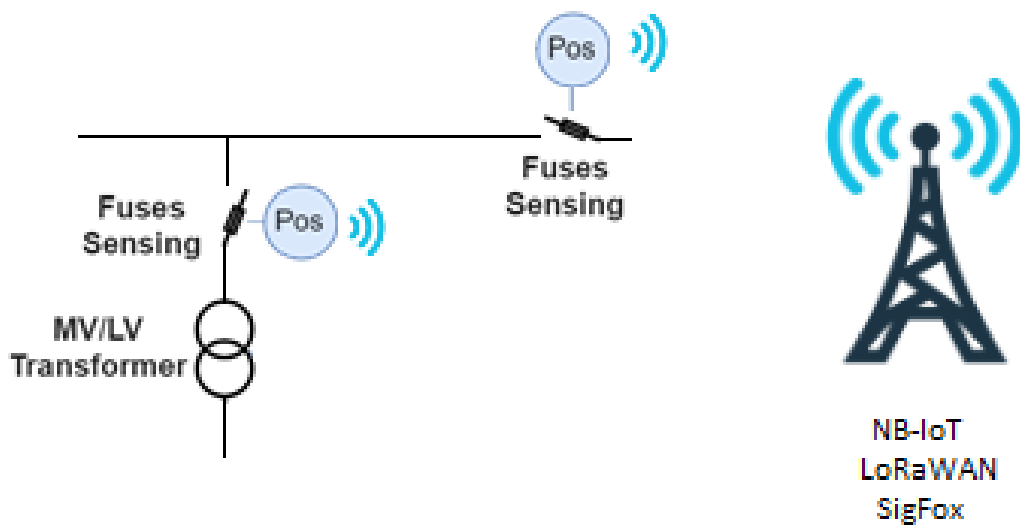
Desta forma, foi detectado que a melhor alternativa para esta detecção de faltas, seria a detecção de movimento da abertura do cartucho da BF. No momento de atuação do fusível, o cartucho é desprendido da parte superior do corpo de porcelana, devido à queima do elo fusível. Desta forma, o cartucho do fusível se mantém fixo somente no terminal inferior da BF, ficando livre para executar o movimento de queda. A queda do cartucho é representada na **Figura 8**, sendo caracterizada por executar um movimento de rotação de aproximadamente 150°.

Figura 8 - Ideia da Solução



O dispositivo de monitoramento deverá possuir internamente um sistema de armazenamento de energia e capacidade de comunicação sem fio, (**Figura 9**), por meio de tecnologias como SigFox, LoRaWAN, NB-IoT, entre outras. Além disso, a solução deverá ser integrada aos sistemas de supervisão e aquisição de dados (SCADA) da concessionária, permitindo que as detecções automáticas de falta gerem ordens de serviço de manutenção.

Figura 9 - Funcionalidades e Integrações



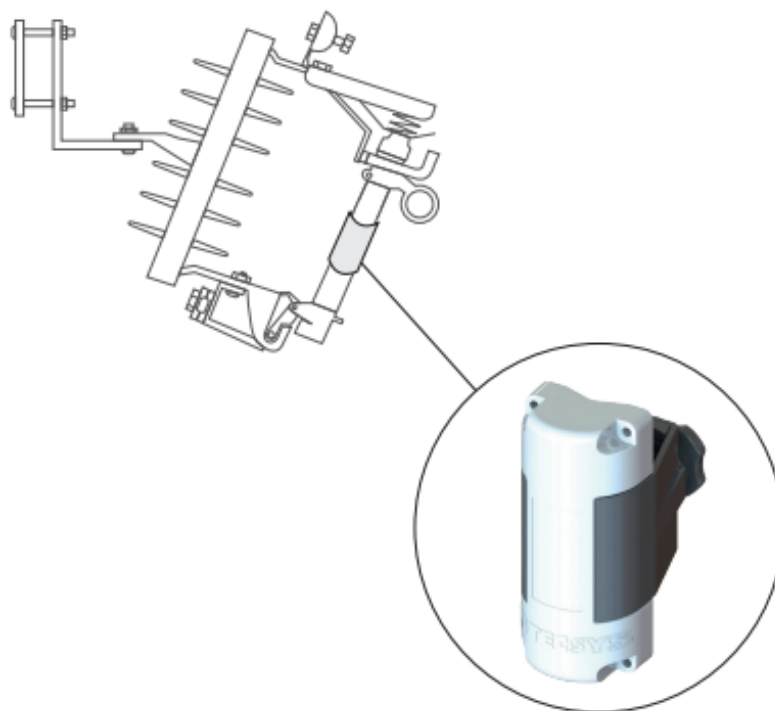
7.2. TECNOLOGIA

A empresa *TecSys* desenvolveu a solução Koala, um equipamento destinado à sinalização remota do acionamento de chaves fusível. As **Figuras 10 e 10A** apresentam as ilustrações do sensor desenvolvido pela empresa. O sensor funciona com detecção de movimento. Assim, no momento da abertura da base fusível (BF), o acelerômetro interno ao sensor detecta a mudança no movimento, o que gera o alarme de detecção de atuação do fusível.

Figura 10 – Posição do equipamento no cartucho



Figura 10A - Indicador de acionamento de base fusível Koala



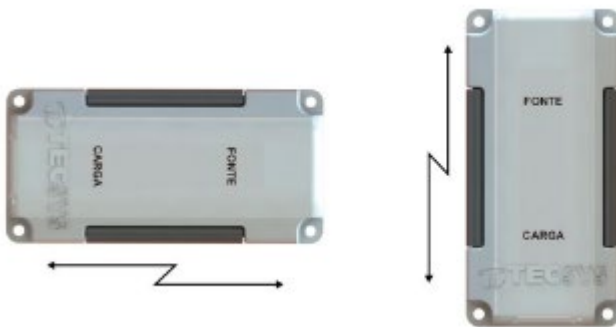
O sensor opera com comunicação sem fio, de tecnologia *SigFox*. A solução funciona através de uma bateria, com estimativa de vida útil de 5 anos. O sensor envia mensagens de “*keep alive*” a cada 12 horas. Essas mensagens funcionam para que seja possível reconhecer quais sensores realmente continuam ativos e se comunicando. Nessas mensagens de *keep alive*, o sensor envia as seguintes informações:

- Contador de mensagens;
- Presença de corrente;
- Posição da BF;
- Calibração;
- Tensão da bateria;
- Versão do Hardware e Software;

7.3. CALIBRAÇÃO

- A. Movimentar o dispositivo ciclicamente por 10 segundos, conforme direção ilustrada na figura abaixo.
- B. Após o movimento descrito no passo A., o Koala sai do estado não-calibrado e entra em estado pré-calibrado.
- C. O operador tem até 15 minutos para instalar o equipamento no fusível. Após este tempo, o Koala verifica se está na posição de instalação, ou seja, em pé ou com inclinação de até 45 graus. A **figura 11** mostra o posicionamento do equipamento na calibração.

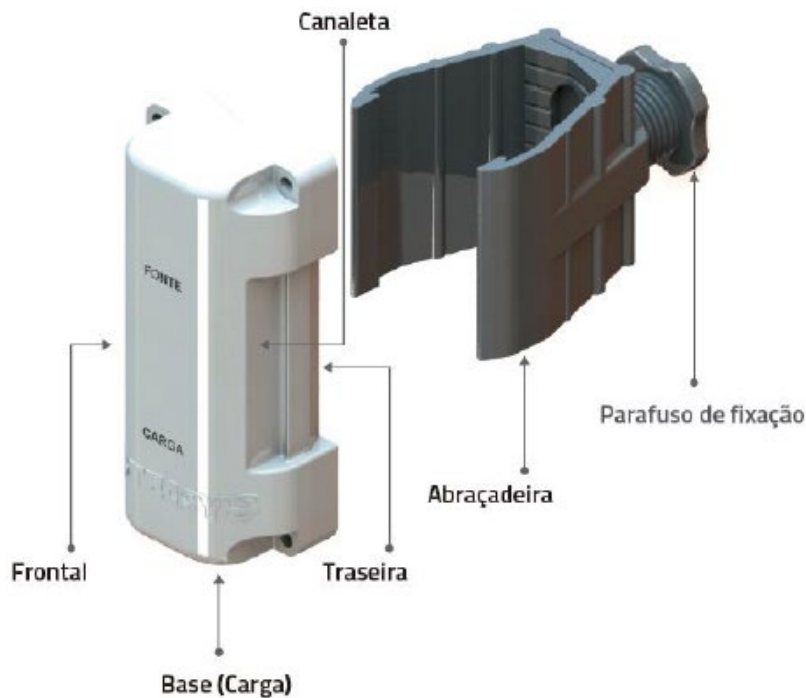
Figura 11 – Posição do equipamento na calibração



Caso ele esteja em posição de instalação, passará para o estado calibrado. Caso não esteja na posição de instalação deverão ser seguidos os passos abaixo.

- A. Retirar o cartucho da fase, realizar a montagem do Koala no cartucho em solo;
- B. Encaixar a abraçadeira pela parte traseira (pela face côncava, que fica em contato com o cartucho), que está encostada no cartucho, de modo que o cartucho fique entre o Koala e a abraçadeira; A **figura 12** mostra a posição de encaixe correto das peças.

Figura 12 – Posição de encaixe correto das peças



E. Promover aperto manual final do manípulo do parafuso de fixação;

F. Posicionar e encaixar o cartucho com o Koala junto à base do fusível da fase em questão e armá-lo;

7.4. TESTES REALIZADOS

A proposta dos testes é averiguar se os sensores trabalham de acordo com a especificação técnica estabelecida. Desta forma, os testes dos sensores tinham como propósito principal averiguar se os eles estavam registrando a abertura e o fechamento da cartucheira dos fusíveis. Para realizar este teste foi necessário apenas fazer a movimentação da cartucheira (seja em laboratório ou em campo), simulando a queima de um fusível.

Além disso, existem alguns requisitos técnicos que os sensores deveriam cumprir como:

- Indicador de presença de corrente;
- Tensão da bateria;
- Registro da movimentação com data/hora.
- ID de comunicação único, por unidade e não por conjunto da cartucheira.

- Simplicidade de ativação e calibração
- Simplicidade na instalação
- Assertividade nos resultados (Gerando confirmação de abertura e fechamento)

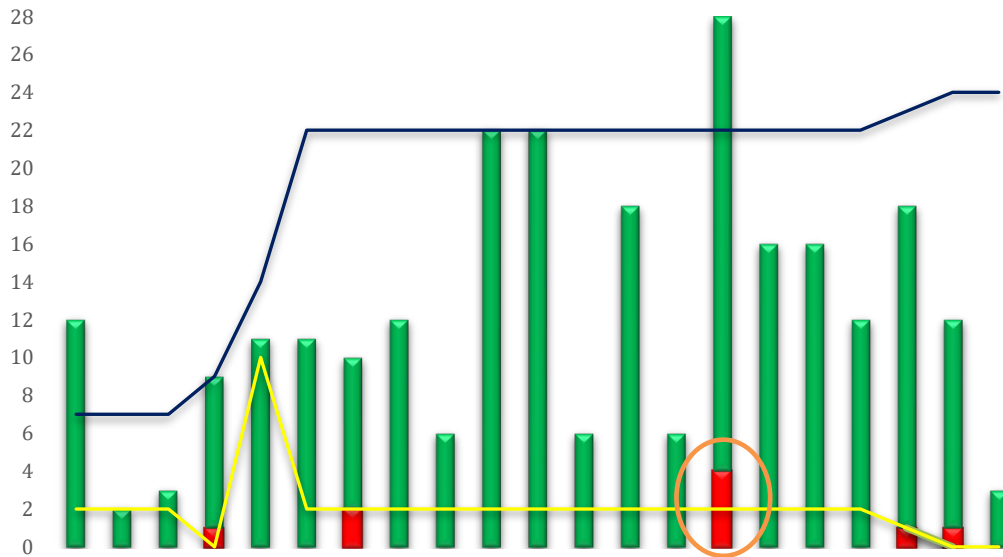
Com a finalidade de monitorar as confirmações de abertura e fechamento registradas nos sistemas dos sensores, a equipe de testes anotou o horário e data da movimentação da cartucheira e observou o horário e data do registro no servidor. A periodicidade dos testes se deu de acordo com a disponibilidade da equipe de campo em fazer os procedimentos e sempre esteve de acordo com a logística da equipe, não impactando em suas atividades diárias.

Além da detecção da movimentação, a checagem do nível da bateria e dos sinais de “*keep alive*” foram feitas de forma periódica, entendendo que a qualidade da tecnologia depende da quantidade de registros corretos, da longevidade da bateria e da certeza de que os sensores estão operantes.

7.5. PRIMEIROS RESULTADOS

Os dispositivos apresentados foram bastante aderentes as necessidades. Iniciou-se no mês de maio de 2019 com 6 unidades, e, gradativamente, o número de sensores instalados foi crescendo até atingir a marca de 24 unidades. Estas unidades foram manobradas propositalmente pela equipe de campo, o que as forçava enviar mensagens de abertura e fechamento. A **Figura 13** exemplifica a evolução dos testes no período de prova de conceito da solução.

Figura 13 - Evolução da PoC com sensores *TecSys*

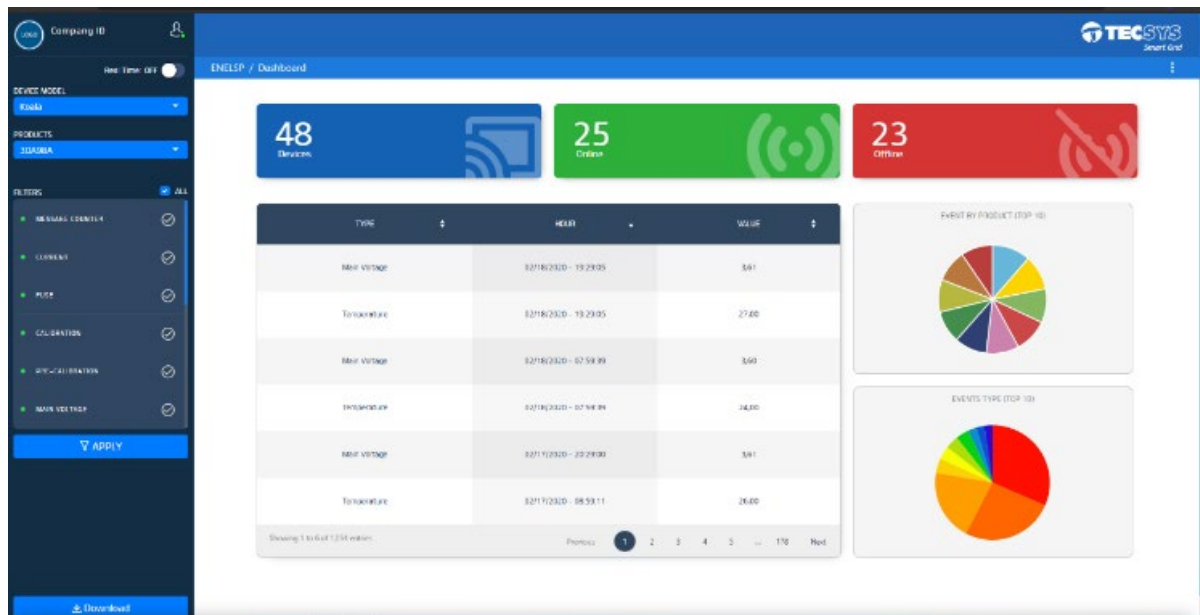


Na imagem acima, a linha azul representa a quantidade de dispositivos instalados na rede e a linha amarela representa a identificação de algum problema operacional. O gráfico de barras em cor verde, representam o evento de abertura e fechamento registrado corretamente no sistema supervisorio e por último, o gráfico em barras de cor vermelha representa a falta de registro ou o registro inadequado dos eventos de abertura e fechamento no sistema.

O pico da linha amarela, representou um problema de falha de comunicação que atingiu todos os sensores instalados, mas, após o evento, todos os sensores registraram corretamente seus estados. A área em destaque na cor alaranjada representou a identificação de calibração do dispositivo que se relacionava com o *firmware*, problema que foi solucionado nos meses que antecederam a data final dos testes.

Para inspecionar o envio correto das mensagens, o operador anotava a data e o horário da movimentação e posteriormente averiguava-se se os dados informados estavam presentes no sistema de supervisionamento disponibilizado pela *TecSys*, que pode ser observado na **Figura 14**.

Figura 14 - Relatório dos Dispositivos (TecSys)



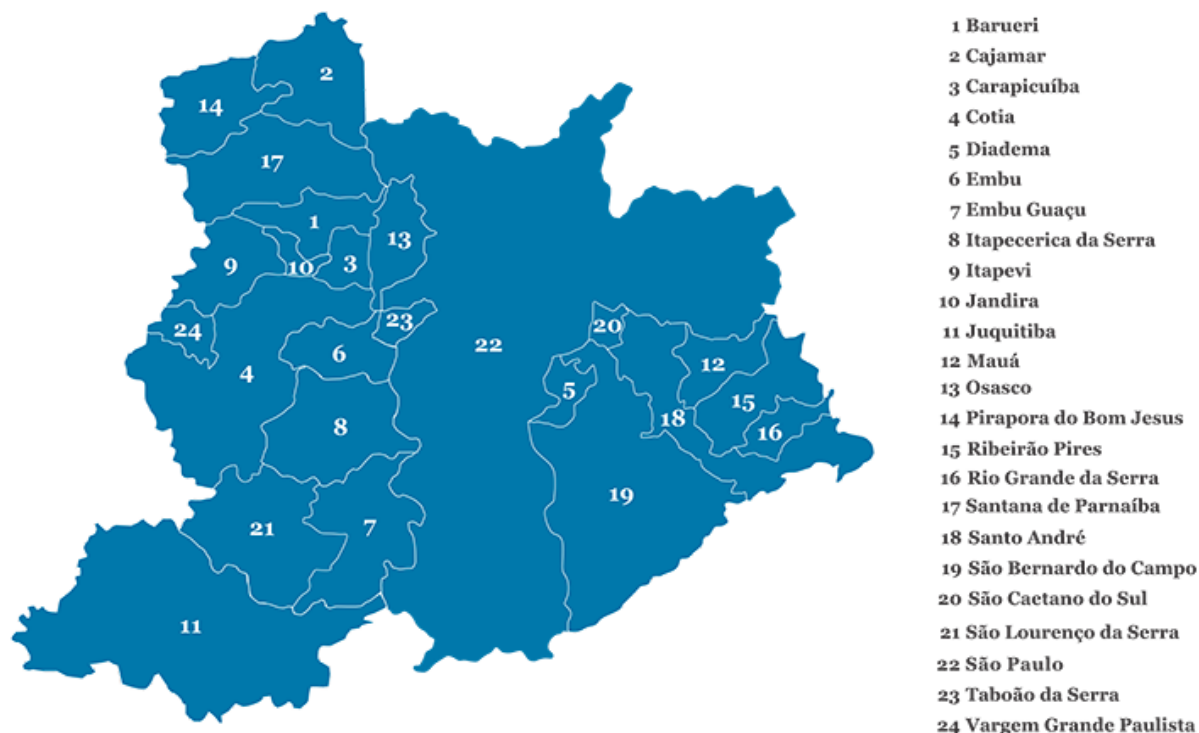
Durante o período de prova de conceito, foram identificados e solucionados diversos problemas que poderiam impactar negativamente o uso do dispositivo em larga escala. Ao final, os resultados mostraram-se satisfatórios pois, de 729 teste feitos, obteve-se uma taxa de sucesso de 91%, sendo que a maior parte dos insucessos estavam relacionados com o problema de firmware que foi atualizado e não apresentou mais problemas.

7.6. LOCAL DE INSTALAÇÃO

O local ideal de instalação foi analisado considerando um perfil com muitos clientes e em conjuntos elétricos com resultados de impacto DEC e FEC não tão satisfatórios, desta forma, seria possível simular em ambiente que de fato precisava do monitoramento IOT. Foram analisados dados de 2019 com relação ao número de ocorrências e separados os locais onde houve ocorrências de abertura de base fusível, um fato interessante deste levantamento foi que na maioria dos conjuntos mais afastados do centro de São Paulo, identificou-se que os impactos eram maiores a partir de equipamentos bases fusível, devido à características particulares como longas extensões nos circuitos, o que na prática leva à grandes dificuldades de localização dos equipamentos que apresentaram falha (desarme da proteção por curto-circuito), fazendo com

que o projeto seja de grande importância para os conjuntos mais afastados. Na **figura 15** podemos notar as localidades analisadas.

Figura 15 - Localidades analisadas



Fonte: <https://www.eneldistribuicao.sp.br/servicos-e-cobertura/cidades-atendidas-pela-enel-distribuicao-sp>

7.7. VALORES

O valor estimado do equipamento é de aproximadamente R\$ 900,00, incluindo os custos com comunicação por 3 anos, estabelecimento de rede privada virtual (VPN) e ambiente próprio para recebimento das informações que pode ser conectado ao SCADA da EDSP. Para efeito de comparação um equipamento que possui comunicação similar porém com outros recursos como capacidade de religamento (Religadora automática) custa em média 40 mil reais, apesar do equipamento com tecnologia IOT estudado neste projeto não possuir capacidade de religamento, o fato de ser possível identificar o local exato do defeito em real time, torna a tecnologia muito atraente, principalmente devido aos valores apresentados.

7.8. INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Dada a capacidade de receber informações dos dispositivos já estabelecida, o processo de instalação poderia ser iniciado. Para isso, foi utilizada mão-de-obra própria das equipes de emergência, como forma de ter melhor controle e agilidade na instalação, além de aproveitar o período em que as equipes de emergência são menos requisitadas, devido ao período seco na área de concessão da ENEL Distribuição São Paulo.

7.9. TREINAMENTO DAS EQUIPES

Como requisito para iniciar a instalação, foi passado para as equipes próprias, conhecidas como turmas de manutenção de emergência (TME) que participariam do projeto, um breve treinamento de capacitação com foco em calibrar e instalar os sensores, esta atividade é de baixa complexidade e pode ser facilmente difundida entre as equipes.

7.10. INSTALAÇÃO EM CAMPO

A execução das instalações dos dispositivos aconteceu entre os meses de maio e agosto de 2020. Os mais de 2.500 dispositivos foram instalados nas bases fusíveis selecionadas conforme planejado, em 1.008 localidades distintas, com baixo índice de problemas resultantes da instalação ou mal funcionamento dos dispositivos. Na **figura 16** é possível notar o equipamento instalado na base fusível.

Figura 16 - Equipamento instalado na base fusível



7.11. ANÁLISE DE PÓS EXECUÇÃO

Durante as instalações em campo dos dispositivos, foi feito um acompanhamento de cada localidade, verificando se o dispositivo está comunicando propriamente e executando suas funções em sua totalidade, de forma a avaliar o andamento do piloto desde sua instalação.

No decorrer dessa análise de 1.250 instalações (50% do universo total), foram identificados 9 casos em não conformidade com o funcionamento esperado do dispositivo na hora da instalação ou nos dias posteriores da sua instalação em campo. Esse número representa um percentual de 0,72 % de casos de anomalias. Entretanto dos 9 casos encontrados, somente 1 necessitou de investigação adicional do fabricante, sendo os outros 8 reestabelecidos em segunda tentativa, indicando que o dispositivo teve uma boa performance a partir da instalação.

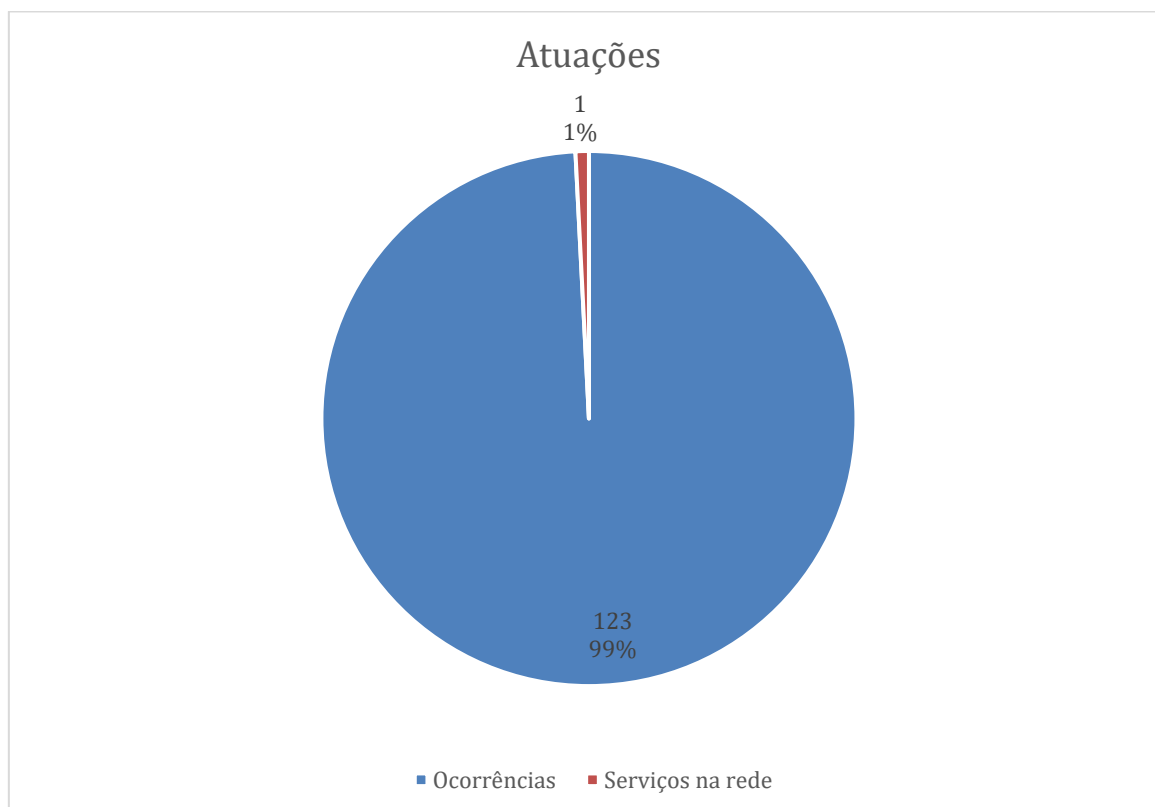
Para garantir que estes casos estejam entendidos e solucionados, um trabalho conjunto com o Fornecedor *TecSys* foi realizado, onde cada caso era analisado individualmente, trazendo explicações e, principalmente, soluções para reestabelecer o dispositivo.

Como exemplo de análises, verificou-se que alguns dispositivos, sofreram aberturas durante realizações de atividades e não foram calibrados antes do fechamento, que não contava com a quantidade suficiente de corrente para restabelecer o estado de fechado. Para reestabelecer estes equipamentos, foi necessário somente calibrá-los e houve o reestabelecimento pleno do funcionamento de cada dispositivo.

7.12. ANÁLISES PRELIMINARES

Com o processo de instalação iniciado em Maio de 2020 e a integração de sistemas estarem em sua totalidade recebendo os alertas dos sensores, quando uma base fusível recebia um sensor de monitoramento, esta já estaria apta a ser supervisionada pela equipe de monitoramento da automação, que em caráter de testes iniciais do funcionamento massivo dos dispositivos, faria o alerta ao centro de operações da ENEL São Paulo quando um dos dispositivos alarmasse. Como dito anteriormente, essa etapa de monitoramento humano, acontecerá somente durante a instalação dos dispositivos, para garantir operação sem problemas futuramente. Com isso, já foi possível capturar diversas atuações dos 2.500 dispositivos instalados, sendo que até o fim de agosto de 2020 tivemos 123 atuações, somente uma delas um falso positivo, onde o dispositivo atuou sem ser uma ocorrência. Este único falso positivo se deu por uma falta de indicação de trabalho de equipe no local e não gerou deslocamento improdutivo, pois foi verificado antes que havia uma empresa terceira no local trabalhando. A **figura 17** mostra as atuações registradas.

Figura 17 - Atuações registradas



Com as atuações corretas dos equipamentos, pode-se calcular o ganho de instalação do dispositivo somente com o monitoramento, onde ainda não há a abertura automática da ordem diretamente. Para isto, foi capturado o tempo médio de alocação de uma ordem de base fusível na área de concessão da EDSP, chamado de tempo de preparo (TP), no período de maio a agosto de 2020, em equipamentos que não receberam o sensor de monitoramento de base fusível. O resultado do TP médio para estes equipamentos foi de 240 minutos. Agora, quando se levanta os mesmos dados de maio a agosto dos locais que receberam o sensor, e levando em conta somente o período após a instalação destes, vemos que o tempo médio foi reduzido a 169 minutos, uma redução de aproximadamente 30% no tempo médio, somente com a existência do sensor e supervisão do time de monitoramento da automação, antes da etapa de uso da abertura automática, o que deve reduzir este tempo para quase 0. Isso mostra que somente a presença de monitoramento nas bases fusíveis já reduz 30% do tempo de preparo do equipamento, impactando positivamente na qualidade do atendimento.

7.13. DISCUSSÃO REFERENTE AO PROJETO - FUSE AND BRANCH SENSING

A cadeia de processos para a instalação dos novos sensores de monitoramento de base fusível se mostrou sólida. Nos últimos meses foram realizados diversos esforços para que estes sensores conseguissem ser modelados, integrados e conectados aos sistemas, prezando pela digitalização da rede e assim aumentando a sua eficiência.

Os processos de instalação foram bem sucedidos e os sensores já conseguem se comunicar diretamente com as centrais operacionais.

Após ter garantida plena comunicação e qualidade do processo, os sensores foram instalados pelas equipes próprias locais de O&M, onde 1.008 pontos selecionados previamente a partir de um estudo detalhado e preciso referente ao impacto das bases fusíveis nos indicadores de performance DEC, receberam um total de 2.500 sensores.

A instalação aconteceu entre os meses de maio e agosto, conduzida por turmas próprias, que foram treinadas por equipes capacitadas para desempenho pleno da função destes novos sensores.

A instalação dos sensores aconteceu com um número muito pequeno de problemas, 9 no total, representando 0,72% de não conformidades, sendo somente uma delas sem reestabelecimento até o momento.

Com as instalações realizadas, pode-se capturar a atuação dos equipamentos entre os meses de maio e agosto de 2020.

Até o final do mês de agosto, foram registrados 124 alertas de atuação do sensor, sendo que somente 1 deles foi um alerta causado por uma equipe trabalhando no local, os outros 123 foram alertas reais de ocorrências que já capturaram ganho.

O sistema operou até o fim de agosto, por meio de monitoramento, sem integração direta para abertura de ordens automáticas, já que estava em fase de finalização da instalação.

A partir de setembro, as ordens serão automaticamente abertas, sem intervenção humana. Embora, o sistema dependesse de aviso humano da ocorrência para despacho de turma nesse intervalo de tempo, já houve captura de ganho.

8. CONCLUSÃO

O tema central do trabalho trata de transição energética e internet das coisas, algo curioso é o fato de que quando nos deparamos com o termo “transição”, temos a sensação de algo que remete ao futuro, ou seja, ainda irá acontecer, para muitos não é nítido que já começamos, e é neste ponto que gostaria de chamar a atenção. No transcorrer do tema foi possível notar que soluções inovadoras já estão sendo implementadas.

No estudo de caso mostrado neste trabalho, o equipamento *Fuse sensing* se mostrou extremamente eficiente, contudo, um ponto que merece destaque é a alta adaptabilidade da tecnologia baseada em internet das coisas, pois não houve a necessidade de substituir o equipamento base fusível, hoje amplamente utilizado, neste caso a tecnologia foi adaptada ao equipamento existente, numa espécie de *retrofit*, tornando-o capaz de gerar resultados muito satisfatórios, o que torna o projeto financeiramente muito atraente.

O exemplo do *fuse sensing* mostra que quando nos referimos ao modelo energético do futuro (que seria o resultado de uma transição energética), devemos nos atentar de que a aplicação de um novo modelo já está em andamento, portanto, nota-se que é improvável que o sistema elétrico como hoje conhecemos irá permanecer por muito tempo. De fato, devemos nos preparar para a mudança, com atitudes acima de tudo de antecipação, atitudes estas, que vão desde exercitar uma mudança de comportamento, até olhar para o sistema elétrico como uma oportunidade de negócio. O cerne da questão é como sua vida será diretamente impactada por mudanças no setor energético, e como você irá lidar com elas, principalmente com o uso de internet das coisas. Este é um momento de adequação e de exercitar a capacidade de enxergar à frente, entendendo que já estamos sendo impactados e em muitos momentos não nos damos conta disso. Entender e adaptar-se é o caminho.

Quando grandes mudanças já estiverem sido implementadas, teremos uma rede elétrica mais inteligente, com uma melhor qualidade de vida devido a comodidade e acesso à informação, além de recursos neste momento inimagináveis. Este é um longo caminho, mas vale lembra novamente, ele já começou a ser percorrido

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JR, WILSON.; AUDE, MARCELO.; CASTRO, NIVALDE. (2015). “**A energia na cidade do futuro.**” CPFL Energia, 2015.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA. **Além da energia.** Disponível em: <https://www.alemداenergia.com.br/transicao-energetica-muito-alem-da-energia/> . Acesso em: 11 Set. 2020

SÃO PAULO TERÁ PRIMEIRO BAIRRO 100% DIGITAL . **Home/notícias.** Disponível em: <https://olhardigital.com.br/noticia/sao-paulo-tera-primeiro-bairro-100-digital-do-brasil/91372/> . Acesso em: 02 Out. 2020

URBAN FUTURABILITY. **Vila Olímpia.** Disponível em: <https://www.eneldistribuicaosp.com.br/vilaolimpia/> . Acesso em: 07 nov. 2020

IOT E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA. **Hub4.0.** Disponível em: <https://www.hubi40.com.br/iot-e-distribuicao-de-energia-como-trazer-mais-confiabilidade-e-disponibilidade-nas-redes-eletricas/> . Acesso em: 11 nov. 2020

IOT PRECISA FOCAR NA SEGURANÇA DOS DADOS. **Home.eventos.** Disponível em: <https://canaltech.com.br/eventos/iot-precisa-focar-na-seguranca-dos-dados-142071/#:~:text=Segundo%20estudo%20realizado%20pelo%20Gartner,gasto%20com%20in vestimentos%20nesse%20setor./> . Acesso em: 15 nov. 2020