

## **Grupo de Estudo de Sistemas de Distribuição-GDI**

### **Utilização de Aeronaves não Tripuladas (Drone) nas inspeções de Linhas de Subtransmissão- Mais Qualidade, mais Eficiência e mais Segurança**

**LAUDEMIR ANTONIO CARITA JUNIOR(1); BRAUST OLIVEIRA TORRES(2); PAULO AUGUSTO PEREIRA(3); ELEKTRO(1);ELEKTRO(2);ELEKTRO(3);**

## **RESUMO**

A Elektro visando distribuir energia elétrica com segurança e qualidade, adotou desde o início as inspeções aéreas de linhas de subtransmissão com utilização de helicópteros. Em 2011 iniciou um projeto de P&D para utilização da tecnologia de aeronaves não tripuladas (Drone), nas inspeções aéreas de Linhas de subtransmissão, o qual devido a tecnologia existente na época e os altos custos com equipamentos e treinamentos dos inspetores não foi implantado.

Não confortável com os procedimentos utilizados, em 2012 a Elektro implantou as inspeções aéreas com helicóptero utilizando um gimbal com câmeras do tipo visual e térmica, desta forma, as imagens eram captadas pelo auxílio de um cinegrafista e analisadas no escritório pelos inspetores, essa tecnologia trouxe para a Elektro mais produtividade e mais qualidade nas inspeções, pois as anomalias eram analisadas por mais de um técnico se necessário e planejado a correção.

Em 2017, com o avanço da tecnologia dos Drones, a Elektro optou por realizar mais testes com estes equipamentos nas inspeções de Linhas. A Elektro testou vários modelos de Drones e o que mais atendeu as necessidades, foi um modelo onde era possível a realização das inspeções aéreas visuais e térmicas. Após os testes foi possível detectar as vantagens e desvantagens da utilização desta tecnologia, sendo as vantagens superiores as desvantagens e com baixo custo operacional, comparado a utilização dos helicópteros e desta forma a Elektro em 2018 substituiu toda a sua inspeção aérea com utilização de helicópteros pela utilização de Drones.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Drone, Subtransmissão, inspeção, Qualidade, Segurança.

## **1.0 - INTRODUÇÃO**

A Elektro é a oitava maior Distribuidora de Energia Elétrica do País e a terceira do Estado de São Paulo, com 11% de participação no mercado, segundo dados da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee). A concessionária distribui energia elétrica para uma população de mais de 5,5 milhões de pessoas, em 223 municípios no Estado de São Paulo e em 5 cidades no Estado de Mato Grosso do Sul. Atualmente possui 1600 km de Linhas de Subtransmissão, nas tensões de 69,88 e 138 kV, 139 subestações, 5 subestações móveis e 3587 MVA de potência instalada.

A Elektro desde 2012, pertence ao Grupo Neoenergia. Com 13,7 milhões de unidades consumidoras atendidas por suas quatro distribuidoras – Coelba (BA), Celpe (PE), Cosern (RN) e Elektro (SP/MS), a Neoenergia é responsável por levar energia a 34 milhões de pessoas, quase 20% da população brasileira.

Controlada pelo grupo Espanhol Iberdrola, ela está presente em 18 estados e é uma companhia integrada de energia, atuando nos segmentos de Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização.

Na área de Geração, entre ativos em operação ou em construção, o grupo tem capacidade instalada de 4,5 giga watts (GW). Sua área de concessão é de 836 mil quilômetros quadrados e abrange quase 1.000 municípios.

Reconhecida como a empresa mais transparente do Brasil de acordo com o ranking 2018 da ONG Transparência Internacional, a Neoenergia é o 24º maior grupo empresarial do Brasil, segundo o anuário Melhores e Maiores 2018 da revista Exame.

A Elektro, assim como as demais Distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil, vem sofrendo com as mudanças climáticas e a crescente exigência em relação ao cumprimento das Normas Regulamentadoras, em especial às relativas ao meio ambiente. Nesse contexto, a empresa tem praticado ações que visam promover o desenvolvimento sustentável de seu negócio.

Em consonância com as exigências regulatórias e principalmente visando distribuir Energia Elétrica com segurança e qualidade, a Elektro estabeleceu desde a sua fundação as inspeções de Linhas de Subtransmissão aéreas com utilização de aeronaves tripuladas, o helicóptero.

As inspeções de linhas de subtransmissão na Elektro são de 3 tipos (Ilustradas na Figura 1):

- Inspeções aéreas, com utilização de helicópteros e gimbal com câmeras visuais e térmicas, realizadas semestralmente em todas as extensões das Linhas;
- Inspeções terrestre detalhadas com escalada, realizadas bianualmente;
- Inspeções emergências e pós piques;
- Inspeção Verde realizada semestralmente.



FIGURA 1 – Inspeção aérea com helicóptero e Inspeção detalhada

Em 2008 houve um incidente na Elektro com a queda do helicóptero durante a realização de inspeção, devido a falhas mecânicas na aeronave. Felizmente não ocorreu nada com a tripulação e os inspetores, mas infelizmente outros incidentes semelhantes não tiveram o mesmo final.

Em termos de segurança, a CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aéreos) relatou que houve, no Brasil, entre 2008 e 2017, 206 acidentes envolvendo helicópteros. Em 33,01% dos casos, a causa foi perda de controle do voo; em 13,11% foi colisão com obstáculo durante a decolagem ou pouso; e em 11,65% foi falha do motor em voo. Ao todo, houveram 132 mortes. Com esses dados, evidencia-se a necessidade de buscar outros modelos, que promovam a qualidade da inspeção e que garantam a segurança e a vida dos colaboradores envolvidos no processo.

Diante da realidade dos fatos, assim como o alto custo de locação das aeronaves e a necessidade de

realização das inspeções a área de Engenharia/Metodologia foi a responsável por encontrar uma solução para os problemas identificados e que resultou na implantação de inspeções de Linhas de Subtransmissão com aeronaves não tripuladas.

## 2.0 - DESENVOLVIMENTO

Devido aos grandes números de acidentes ocorridos com aeronaves tripuladas contratadas no cenário Nacional, aos altos custos de primarizar estas atividades e a baixa qualidade das inspeções, a Engenharia/Metodologia da Elektro iniciou um trabalho que duraria aproximadamente 7 anos.

Em meados de 2011 a Elektro iniciou um Projeto P&D onde seriam utilizadas as tecnologias de aeronaves não tripuladas para as inspeções de Linhas de Subtransmissão. O projeto contemplava além das inspeções de Linhas de Subtransmissão também as inspeções de Redes de Distribuição e a identificação de anomalias através de softwares.

O Drone conforme figura 2, era pilotado através de dois colaboradores, sendo que um pilotava o Drone através do controle remoto, o qual possuía alcance máximo de 500 metros e o outro colaborador utilizava um óculos, onde eram reproduzidas as imagens que estavam sendo captadas por uma câmera fotográfica, onde seus comandos eram realizados através de correias.



FIGURA 2 – Drone desenvolvido no projeto P&D

As imagens eram tremidas devido a estabilidade do drone e as vezes era necessário escalar a estrutura para confirmar a anomalia, pois a câmera não possuía zoom suficiente para detalhar as anomalias

Durante o projeto foi possível realizar inspeções em uma estrutura por vez.

Infelizmente o projeto finalizou-se em 2014 sem o resultado esperado, pois os drones possuíam um tempo de voo pequeno, ou seja, em torno de 10 minutos e as baterias eram pesadas e com um tempo de recarga elevado.

Também como citado anteriormente, não possuíam muita estabilidade e havia-se muita dificuldade na pilotagem do mesmo, além de possuir controles semelhantes de aeronaves de aeromodelismo, o qual era necessário um alto investimento financeiro em cursos de pilotagem para os inspetores/colaboradores.

Não contente em manter as inspeções como eram realizadas anteriormente, a Elektro partiu para alternativa de modernização da aeronave, ou seja, a Elektro adquiriu um gimbal com uma câmera térmica e uma câmera visual de alta definição, com um zoom óptico 20 vezes e digital de 5 vezes, que foi instalado nos helicópteros conforme figura 3. Desta forma as inspeções seriam realizadas através de um cinegrafista, o qual seria orientado por um inspetor somente nas primeiras missões e nas próximas somente com a tripulação da aeronave.



FIGURA 3 – Helicópteros Equipados com Gimbal

Estas imagens eram repassadas para 4 inspetores experientes, localizados na sede da Elektro, os quais analisavam as imagens e discutiam com as equipes caso necessário para o planejamento e programação das equipes para sanar as anomalias.

Com esta nova tecnologia, foi possível conseguir os ganhos:

- Maior produtividade das inspeções, isso devido ao aumento da velocidade do helicóptero nas inspeções;
- Maior qualidade nas inspeções, com os zóons óticos e digitais era possível analisar as imagens no seu detalhe;
- Mais eficiência na programação e planejamento das turmas de manutenção, toda a equipe podia conhecer as anomalias e discutir em escritório;
- Cumprimento das normas de auditoria de armazenamento e comprovação das inspeções realizadas.

Mesmo com a modernização das inspeções, a área de Engenharia/Metodologia da Elektro não parou de sonhar com as inspeções aéreas sendo realizadas por Drones.

E em 2015 com o avanço da tecnologia, a Elektro iniciou novamente os testes para utilização de Drones.

Iniciou-se os testes com Drones leves, conforme figura 4, com relação aos drones utilizados em 2011. Tais como:

- Câmeras integradas através do gimbal;
- Tempo de voo aumentou, aproximando dos 24 minutos e com um alcance de até 3 km;
- Os comandos para controle de voo do drone também ficaram muito mais fácil de controlar, não sendo necessário altos investimentos em treinamento.
- Equipamento possui a capacidade de realizar os voos automaticamente;
- Capacidade de capturar vídeos e fotos ao mesmo tempo;
- Informações de voo online, altura, velocidade, tempo de bateria e outros;
- Recarga de bateria rápida, em torno de 2 horas e mais leves.



FIGURA 4 – Inspeção com drones e imagem do Drone

Durante os testes, constatou-se a necessidade de realizar também inspeções com câmeras térmicas, desta forma foi pesquisado no mercado e encontrado um modelo que proporcionaria realizar voos com câmeras térmicas e voos com câmeras visuais e desta forma foram adquiridos um Kit ilustrado na figura 5.



FIGURA 5 – Kit Drone para inspeção

Nos testes realizados com as câmeras visuais e térmicas, foi possível a inspeção de aproximadamente 20 km por dia, sendo realizado uma extensão de 40 km, pois eram realizados dois voos, um com câmeras visuais e outro com câmeras térmicas.

As imagens captadas comparadas com as do projeto anterior, são infinitamente superiores, conforme ilustrado na figura 6.



FIGURA 6 – Imagem Térmica e visual

Também foram realizados testes com inspeções aéreas noturnas e para isso foram instalados dois faróis de LEDs nos montantes do Drone conforme figura 7. As imagens ficaram muito boas, mas houve a necessidade de aproximar muito o Drone das estruturas para a visualização dos cabos.

Pensando em uma solução de maneira que não fosse necessário aproximar o Drone das estruturas, foi testado a realização das inspeções aéreas noturnas com a utilização das câmeras térmicas e para a surpresa da equipe desta vez foi possível voar distante das estruturas e visualizar os cabos fixados aos isoladores perfeitamente, o necessário para uma inspeção emergencial noturna.





FIGURA 7 – Drone com lanternas e Imagem térmica noturna

Durante os testes houve dificuldade para recarregar as baterias em campo através de carregadores veiculares e pensando em minimizar este tempo, adotou-se um número de 20 baterias por Drone, sendo que as mesmas são recarregadas durante a noite no escritório.

Adotou-se também a utilização de um notebook para repasse das imagens capturadas em campo e uma segunda análise se necessário, pois o piloto/inspetor do drone já está realizando a primeira análise- inspeção durante a captura das imagens e ainda se necessário pode-se realizar outras análises no escritório.

Desta forma no final de 2017 e início de 2018 foram adquiridos dois equipamentos para a realização das inspeções aéreas, e gradativamente seriam substituídos os voos através de helicópteros por drones.

A tabela 1, temos uma planilha comparando as atividades que pode-se realizar (viabilidade praticidade e financeiramente) com os Drones e o Helicóptero.

Tabela 1 – Comparação entre Drone e Helicóptero

ATIVIDADES	HELICOPTERO	DRONE
Inspeção Visual e térmica	x	x
Inspeção emergencial diurna em LT e LD	X	x
Inspeção emergencia noturna em LT e LD		x
Medição de roçada em locais sem acesso		x
Inspeção Visual e Termica em LD		x
Inspeção de faixas de servidão em locais sem acesso	x	x
Elaboração de projetos em locais sem acesso		x
Inspeção aérea visual e térmica em subestações	x	x
Inspeção pós pique		x
Inspeção de travessias e rios em estruturas tipo torres	x	x

Nota-se, que o Drone pode realizar mais atividades que o helicóptero, pois o mesmo está junto com a equipe 24 horas, diferentemente do Helicóptero, que necessita de uma solicitação e disponibilidade, além do alto custo da hora/voo.

No início de 2018, durante o treinamento de inspeções aéreas com utilização dos Drones, houve uma queda com um dos equipamentos e após análises, concluímos que a queda ocorreu devido a influência do campo eletromagnético gerado pelos circuitos de LTs.

Desta forma, pensando em aumentar a produtividade e a eficiência das inspeções, assim como a segurança, partiu-se para adquirir um equipamento “top de linha” conforme figura 8, o qual foi apresentado no Brasil em

2018.



FIGURA 8 – Drone homologado na Elektro e imagem durante a inspeção

A seguir citamos as vantagens deste novo equipamento e acessórios homologados e adquiridos pela Elektro:

- Possibilidade de realizar voos com duas câmeras simultâneas – visual e térmica;
- Câmera visual com 30 vezes de zoom ótico, permitindo assim voar mais distante das estruturas e maior alcance nas inspeções;
- Compartimento para duas baterias simultaneamente;
- Duas unidades de controle remoto para controlar as duas câmeras independentes e simultaneamente;
- Informação online da altura do Drone na posição atual em relação ao solo, os demais modelos indicam a altura em relação ao controle remoto.

Com este novo modelo foi capaz aumentar os quilômetros inspecionados de 20 km diários para 40 km. Foi necessário apenas adquirimos mais unidades de baterias para as inspeções, ou seja, foram adquiridas 24 unidades por equipamento.

Com as tarefas de inspeção aérea consolidada partiu-se para a realização de inspeções detalhadas com os Drones e também nestas atividades foi possível adquirir muito ganho na eficiência, qualidade e segurança.

O ganho na Segurança, foi em eliminar os riscos de ergonomia e queda de colaboradores durante as escaladas para a realização das inspeções;

Os ganhos na Qualidade, foi possível captar e avaliar com um olhar bem mais crítico os possíveis pontos de anomalias existentes na estrutura, pois com o Drone é possível “enxergar” os acessórios das estruturas em diversos ângulos;

Eficiência, uma dupla realiza diariamente a inspeção com escalada em aproximadamente 10 unidades de estruturas de linhas de subtransmissão, com o Drone é possível realizar aproximadamente 12 unidades e ainda compartilhar com outros inspetores e armazenar para cumprimento das normas referente a auditorias.

### 3.0 - CONCLUSÃO

Conforme descrito anteriormente, após anos de estudo e testes de equipamentos, finalmente foi possível substituir as inspeções aéreas realizadas por helicópteros por aeronaves não tripuladas

Com essa substituição foi possível eliminarmos os riscos com que os inspetores da Elektro estavam expostos por uma possível queda da aeronave, além de eliminar também o mal-estar que o gestor do contrato possuía com a contratada devido a cobrança e apresentação das evidencias das manutenções realizadas na aeronave.

Como as câmeras adotadas possuem um grande alcance ótico e digital é possível inspecionar com detalhes as

estruturas e acessórios a uma altura segura das estruturas, os voos são realizados aproximadamente 100 metros de altura.

Foi possível realizar inspeções emergenciais aéreas, pois com os helicópteros não era possível devido ao tempo de acionamento da companhia e a disponibilidade da aeronave e condições atmosféricas.

Também foi possível obter controle de evidências no caso de auditorias dos procedimentos e processos de inspeções das equipes.

Além de aumentarmos a produtividade durante as inspeções emergenciais e inspeções pós piques, não sendo necessário paralisar as atividades das equipes para a realização das inspeções, ou seja, uma parte da equipe continua com a programação e dois colaboradores realizam as inspeções.

Um outro item importante é o investimento no projeto, a Elektro utilizava aproximadamente 1 milhão de reais com despesas (OPEX) na contratação da aeronave, o valor do projeto, com aquisição de 6 unidades de drones e acessórios, sendo 1 para cada equipe, foi no valor de aproximadamente 3 milhões, sendo que estes valores são capitalizados como de investimentos (BAR/Capex),

Desta forma, além de todos os ganhos operacionais, houve uma economia de 1 milhão de reais anual em relação aos gastos com OPEX e um investimento de aproximadamente de 3 milhões no CAPEX.

#### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Instruções Internas do Grupo Neoenergia de Inspeção de Linhas de Subtransmissão;
- (2) CENIPA ( Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aéreos);
- (3) Instruções internas de Segurança nas inspeções aéreas de LTs com helicópteros;
- (4) Especificação Técnica 040/18 – Drones;
- (5) Regras sobre Drones – ANAC – Agencia Nacional de Aviação Civil;
- (6) Manual Solicitação Voo Sarpas – DECEA

#### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



- Laudemir Antonio Caritá Junior
- Graduação
  - Técnico Eletrico - 1994
  - Engenharia Elétrica - 2000
  - Engenheiro de Segurança – 2004
- Experiência Profissional
  - No Setor Elétrico desde 1988 – CESP – Elektro - Neoenergia;
  - Construção de redes e Linhas de Distribuição;
    - Rede energizada - LV e desenergizada
    - Equipamentos Especiais para construção de redes de Distribuição
  - Construção de Linhas de Subtransmissão
  - Manutenção de Linhas de Subtransmissão
    - Linha viva ao Potencial e a distância





**XXV SNPTEE**  
**SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E**  
**TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

4572  
GDI/11

10 a 13 de novembro de 2019  
Belo Horizonte - MG

- Linha viva com cesta aérea
  - Torres de emergências e emergências
- 
- Publicações
    - SENDI 2006 - Ergonomia e Segurança – Carreta móvel para linha viva ao potencial
    - IEEE – 2010 - Preventive Inspection of Line Insulators through Corona Emission : A Case Study USA
    - III Congreso Internacional sobre "Trabajos con Tensión y Seguridad en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica - Atividades com linha energizada em 69 e 88 kV, método ao Potencial
    - SNPTEE 2011 - Substituição de cabo em regime energizado
    - SENDI 2012 - Novo Big Jumper. Mais Segurança, Mais Produtividade e Mais com Menos custo
    - SNPTEE 2013 - Estudo do comportamento escansorial e da morfologia de *Didelphis* sp visando impedir o acesso desses animais aos equipamentos energizados nas subestações da Elektro
    - SNPTEE 2013 - A experiência da Elektro na realização de atividades com cesta aérea isolante até 138 kV
    - SENDI 2014 - CURICACAS - Uma proteção caseira, de baixo custo e praticidade na instalação
    - SENDI 2014 - Eficiência e Produtividade na substituição de transformadores de distribuição sem utilização do guindauto
    - SENDI 2014 - Eficiência, Qualidade e Segurança na manutenção de LT com utilização de cesta aérea isolante
    - SENDI 2016 - Eficiência e produtividade na construção e lançamento de rede compacta (spacer cable) em locais sem acesso de veículos e vãos superiores a 80 m
    - SENDI 2018 - Elektro - Mais praticidade, Mais Ergonomia e mais produtividade na instalação de postes em locais sem acesso a Equipamentos do Tipo Guindar