



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

CB/GLT/01

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO - III**

**GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT**

**UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA INSPEÇÃO EM LINHAS DE TRANSMISSÃO NA ELETROSUL**

**Venâncio Silvano Máximo(\*)  
ELETROBRÁS ELETROSUL**

**RESUMO**

Ao se realizar uma inspeção de LTs, dependendo do tipo de inspeção, o inspetor é obrigado a subir em todas as torres, o que a torna uma atividade desgastante fisicamente. Este fato, aliada a média etária alta dos inspetores, tem impacto à saúde do inspetor e ao desempenho de execução das manutenções periódicas de LTs. Uma das formas de auxiliar o inspetor durante as inspeções de linhas de transmissão, diz respeito ao uso do DRONE, onde, do solo, o inspetor pode fiscalizar os componentes existentes, sem a necessidade de subir na torre.

**PALAVRAS-CHAVE**

Drone, Inspeção, Linhas de Transmissão, Torres, Fotografia

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Em Sistemas Elétricos de Potência, constituídos por centrais de geração, subestações e linhas de transmissão, todos os esforços dirigem-se no sentido de que sejam reduzidos ao mínimo os tempos de interrupção do fornecimento de Energia Elétrica aos centros consumidores.

Os elementos constituintes de uma Linha de Transmissão (estruturas, isoladores, ferragens, cabos, faixa de servidão) são passíveis de deterioração de seus materiais componentes, causada por agentes naturais (ventos, descargas atmosféricas, etc.), ou artificiais (atmosfera corrosivas, poluição, etc.) e até mesmo danos por atos de vandalismo.

A Inspeção de Linhas de Transmissão deve verificar esses elementos detectando pontos falhos (isoladores quebrados, roubo de ferragens, etc.), e as situações e aspectos que poderão ocasionar falhas (corrosão, árvores próximas aos cabos condutores, etc.), causando indesejáveis interrupções.

As observações e informações dos inspetores de linha constituem a base de toda uma estrutura de serviços. É a partir destas informações que é feita toda a programação dos serviços das equipes de manutenção, decorrendo daí a importância desta tarefa.

Com a utilização do DRONE, como apoio a inspeção terrestre, procura-se diminuir as necessidades de escaladas em torres que o inspetor deverá fazer, facilitando e agilizando a inspeção em Linhas de Transmissão e reduzindo problemas de ergonomia.

## 1.1 Sistema de Transmissão da ELETROSUL

A ELETROSUL é uma empresa pública controlada pela Eletrobrás e vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Criada em 1968 e autorizada a funcionar pelo Decreto nº. 64.395, é uma sociedade de economia mista de capital fechado. Atua nas áreas de geração, transmissão, comercialização de energia, e ainda em telecomunicações.

Com sede em Florianópolis, capital de Santa Catarina, a empresa possui aproximadamente 13.000 km de Linhas de Transmissão e 25.000 torres, localizadas nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, operando em tensões que variam de 34 kV a 525 kV, conforme pode ser visto na figura 1.



FIGURA 1: Sistema de Transmissão da ELETROSUL

## 2.0 - INSPEÇÃO DE APOIO A INSPEÇÃO TERRESTRE COM UTILIZAÇÃO DO DRONE

### 2.1 Inspeção de LTs

Inspeção é uma atividade programada que se realiza através de processos diretos e indiretos nas Linhas de Transmissão, com a finalidade de verificar o estado geral dos componentes, para fins de correção ou acompanhamento, anotando os pontos falhos e aqueles em desenvolvimentos que possam trazer danos imediatos ou futuros as LTs.

Na ELETROSUL, são executadas inspeções terrestres programadas, do tipo RÁPIDA e DETALHADA.

### 2.2 Inspectores de LTs

Profissional treinado e capacitado para realizar as inspeções, observando sempre os aspectos de segurança e operacional, tendo conhecimento, domínio e experiência suficientes para detectar os defeitos existentes em uma Linha de Transmissão.

Durante a inspeção detalhada, o inspetor sobe em todas as torres, o que se torna uma atividade desgastante.

Por este motivo e aliada a média etária alta dos inspetores, estamos procurando formas para auxiliar nas inspeções e minimizar os riscos inerentes desta atividade.



FIGURA 2: Inspetor de LTs

### 2.3 VANT – RAP - DRONE

**VANT:** Veículo Aéreo Não Tripulado.

**RAP:** Do inglês Remotely Piloted Aircraft e no português Aeronave Remotamente Pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota.

**DRONE:** Do inglês Zangão, é um veículo aéreo não tripulado e controlado remotamente, para realizar várias tarefas.

### 2.4 Pontos a serem verificados

Para uma melhor identificação dos defeitos, será utilizado um DRONE com uma câmera instalada, onde o inspetor a qualquer momento, poderá fotografar ou filmar estes defeitos para uma melhor análise, conforme sobrevoa a torre. Sendo assim, serão listados neste item, alguns pontos que deverão ser conferidos durante a inspeção com o DRONE.

#### 2.1.1 ACESSO

No que diz respeito ao acesso, o DRONE poderá ser utilizado pelo inspetor quando da dificuldade de passagem com o veículo até a torre, como áreas alagadas ou com acesso impedido.



FIGURA 3: Dificuldade de acesso a Torre

### 2.1.2 ESTRUTURAS

Poderá ser verificada cada uma das partes das estruturas, observando a falta de peças ou existência de corrosão, principalmente na parte superior da torre.



FIGURA 4: Estrutura

### 2.1.3 CADEIAS DE ISOLADORES E ACESSÓRIOS

Verificar a existência de isoladores quebrados. Também verificar se os pinos encontram-se com corrosão e o quanto avançado está esta corrosão. Deverá ser observados ainda, problemas nos acessórios, corrosão ou desgaste elevado.



FIGURA 5: Cadeia de Isoladores e Acessórios

#### 2.1.4 PARARRAIOS E ACESSÓRIOS

Verificar o estado geral dos pararraios e acessórios.



FIGURA 6: Pararraios e Acessórios

#### 3.0 - UTILIZAÇÃO DO DRONE

Antes de sua utilização em campo, foi realizado em laboratório de alta tensão, teste para verificar os efeitos da indução elétrica sobre o equipamento. O DRONE foi exposto a tensões que variaram de 34 kV a 520 kV. Não houve interferência na funcionalidade do DRONE durante os testes.



FIGURA 7: Teste com o DRONE em laboratório

Após os testes, foram realizadas algumas experiências em campo, levando o DRONE para realização de inspeções em LTs de 138, 230 e 525 kV.

#### 3.1 Resultados

Os resultados obtidos foram bem satisfatórios, trazendo ganho a inspeção de Linha de Transmissão. As primeiras inspeções se deram em uma LT de 138 kV, onde se procurou defeitos na cadeia de isoladores. Conforme podemos observar na figura 8, detectou-se corrosão acentuada no pino do isolador.

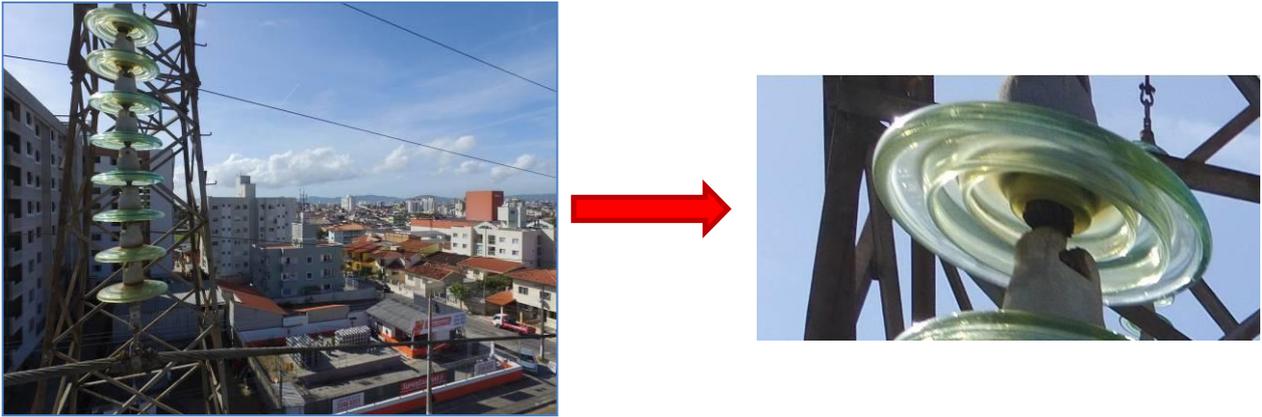


FIGURA 8: Corrosão no Pino do Isolador

Ainda em uma LT de 138 kV, foram encontrados isoladores com bolete com corrosão em uma cadeia de isoladores de ancoragem.



FIGURA 9: Cadeia de isolador de ancoragem com bolete com corrosão

Na figura 10, é mostrada uma cadeia de isoladores de uma LT de 230 kV, tendo isoladores com bolete com corrosão.

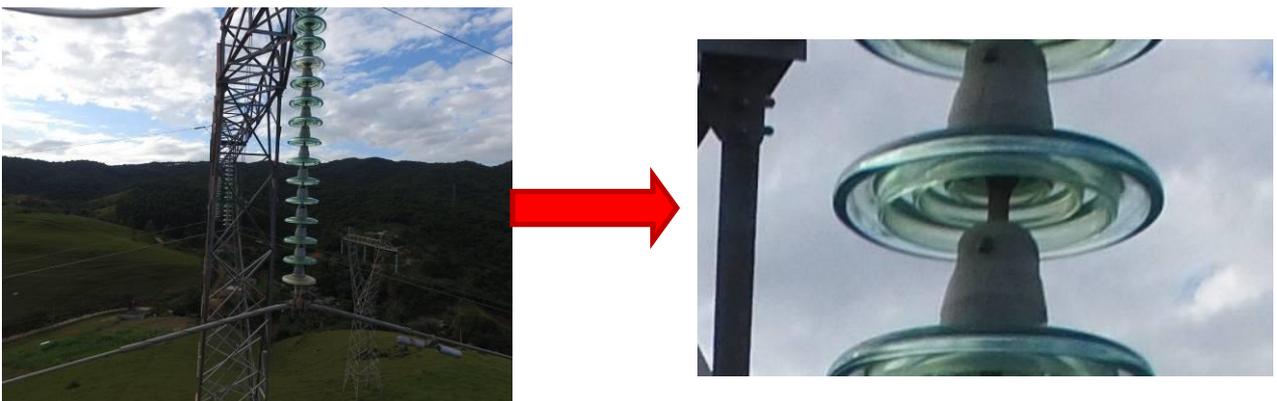


FIGURA 10: Boleta com corrosão na LT 230 kV

Também foi realizada inspeção em LTs de redes de média tensão no complexo eólico Cerro Chato, tanto em redes aéreas quanto em redes subterrâneas. A inspeção com o DRONE em redes subterrâneas é realizada para verificar problemas dentro da faixa, como erosão, piquetes quebrados, invasão de faixa, entre outros. Na figura 11, pode-se verificar o acúmulo de água em alguns pontos dentro da faixa da rede subterrânea.



FIGURA 11: Inspeção da rede subterrânea de média tensão

A figura 12 mostra detalhes da inspeção aérea sobre as redes aéreas, onde pode-se observar excrementos de aves sobre os isoladores, podendo no futuro causar desligamento da linha.

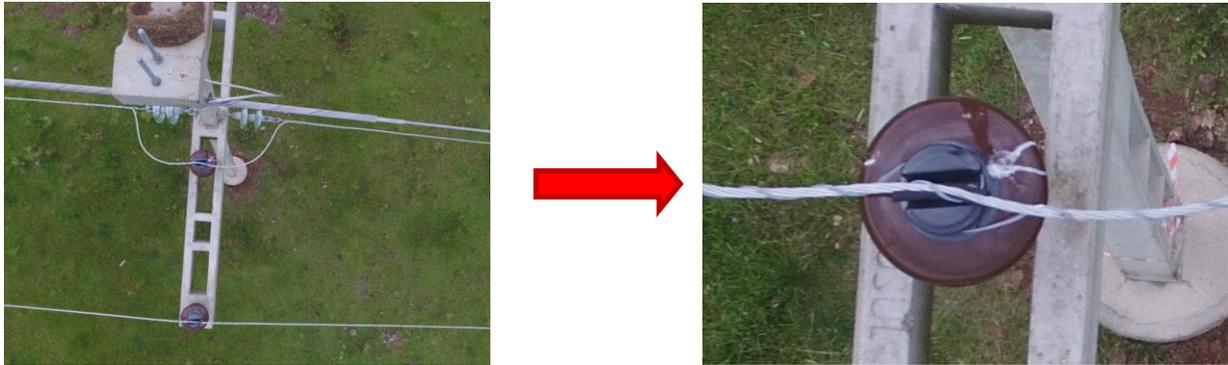


FIGURA 12: Inspeção da rede aérea de média tensão

Outro caso que foi detectado com a utilização do DRONE, diz respeito a travessia de uma LT 138 kV, de propriedade da RGE-RS, com uma LT 525 kV da ELETROSUL. Houve vários desligamentos da LT de 525 kV, sem detectar o problema. Proprietário informou ouvir barulhos durante períodos com ventos fortes. Ao sobrevoar as LTs, verificou-se manchas escuras no cabo pararraios da LT de 138 kV. Chegou-se a conclusão que durante as rajadas de fortes, o cabo pararraios era lançado até o cabo condutor da LT de 525 kV, ocasionando-se o seu desligamento.

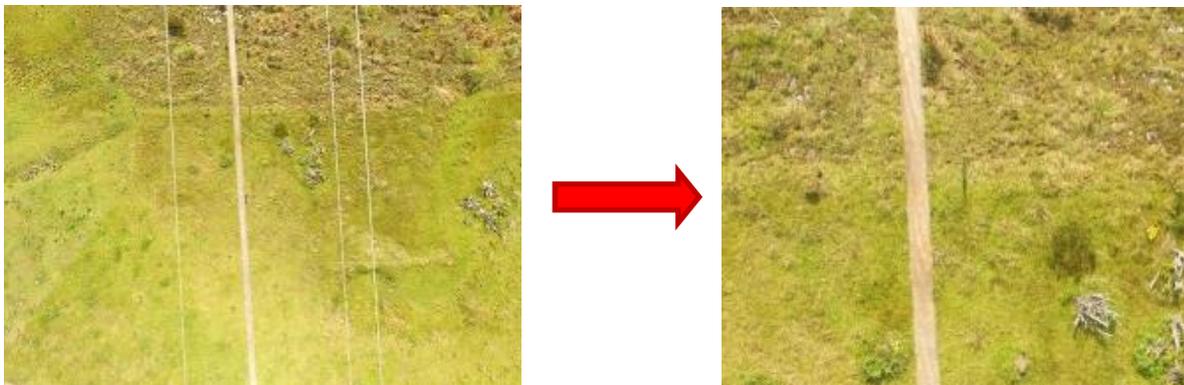


FIGURA 13: Mancha escura no cabo

#### 4.0 - REGULAMENTAÇÃO

Para a utilização do DRONE, seja para recreação ou para atividade profissional, deverá ser requerida junto ao DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), órgão ligado ao Comando da Aeronáutica, autorização prévia para voo.

O DECEA criou uma página na internet exclusiva para orientações sobre a utilização de DRONES. Todas as orientações e normas estão contidas no ICA 100-40 Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.



Figura 14: Página do DCEA na WEB

Também a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) emitiu a IS (Instrução Suplementar) Nº 21-002, para Emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental para Veículos Não Tripulados, bem como a RBAC-E 94 (Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial), que traz os Requisitos Gerais para Veículos Aéreos não Tripulados e Aeromodelos.

Para esta autorização, deverá ser feito primeiro, um cadastro do equipamento a ser utilizado e após a aprovação pelo DCEA, solicitar a autorização para a atividade que se deseja executar. Algumas informações como tipo de serviço, localização onde o voo acontecerá, período de execução, entre outros.

Para cada voo, uma nova solicitação deverá ser feita.

#### 5.0 - CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a utilização de DRONES em inspeção de Linhas de Transmissão é viável e poderá ser utilizado como uma forma de auxiliar os inspetores na atividade de inspeção.

Alguns defeitos foram bem identificados, sem a necessidade do técnico subir na torre.

Para resultados mais positivos, será necessário que os técnicos sejam treinados na "arte de pilotagem de DRONES" e também na "arte da fotografia".

Para uma melhor inspeção, alguns pontos devem ser levados em conta:

- Câmera com zoom;
- Dois técnicos realizando a inspeção;
- A inspeção ser realizada, de preferência, com dia claro;
- Otimização da inspeção, devido a limitação da bateria;
- Não deixar o DRONE muito tempo exposto a indução;
- Limitar a proximidade do DRONE com tensões e correntes elevadas

Para uma próxima etapa, poderá ser visto a utilização de DRONES para detecção de forma pontual, como:

- Invasão de Faixa de Servidão;
- Erosões próximas às torres;
- Acessos às torres;
- Cabos condutores e pararraios danificados;
- Amortecedores, esferas de sinalização, amortecedores e espaçadores quebrados.

## 6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. ICA100-40/2015. Rio de Janeiro, 2015.
- (2) BRASIL. ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial. RBAC-E nº 94. Requisitos Gerais para Veículos Aéreos não Tripulados e Aeromodelos. Brasília, 2015.
- (3) BRASIL. ANAC. Instrução Suplementar. IS nº 21-002, Revisão A. Emissão de Certificação de Autorização de Voo Experimental para Veículos Aéreos não Tripulados. Brasília, 2012.
- (4) BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Circular de Informações Aeronáuticas. AIC nº 21/10. Veículos Aéreos Não Tripulados. Rio de Janeiro, 2010.
- (5) ELETROSUL. Manual de Manutenção de Linhas de Transmissão.

## 7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Venâncio Silvano Máximo;  
Nascimento: Tubarão-SC, 1964;  
Graduação: São José, 2007;  
ELETROSUL, 30 anos atuando em Linhas de Transmissão.