



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

CB/GLT/02

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO - III**

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

**A EXPERIÊNCIA DA COSERN COM INSPEÇÕES AÉREAS EM LINHAS DE SUBTRANSMISSÃO EM 69KV  
UTILIZANDO VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS**

**ANDERSON HEITOR VERÍSSIMO  
COSERN**

**RESUMO**

Na busca constante de projetos inovadores que contribuam para a melhoria no processo de inspeção em redes de distribuição de energia elétrica, a Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN) investiu em um projeto de Inspeção em linhas de subtransmissão utilizando veículo aéreo não tripulado – VANT.

O projeto teve por objetivo avaliar as condições estruturais e de segurança de algumas linhas de subtransmissão, com tensão nominal de 69kV, do sistema da COSERN por meio de inspeções aéreas em toda a extensão dessas instalações, situadas em regiões urbanizadas e rurais, utilizando VANTS, baseado em sistema de captura de imagens.

**PALAVRAS-CHAVE**

Drones, Inspeção, Linha de Subtransmissão, Manutenção, VANTS.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Linhas de subtransmissão são os circuitos elétricos que interligam as subestações, normalmente nas concessionárias de energia elétrica, o objetivo dessas instalações é transportar a energia elétrica entre suas subestação de distribuição e/ou das subestações das transmissoras até suas subestações de distribuição, para daí distribuírem essa energia em níveis de tensões mais baixos. Na COSERN são caracterizadas como linhas de subtransmissão aquelas cuja tensão de operação são de 69kV e 138kV.

Pela grande importância das linhas de subtransmissão ao negócio de distribuição de energia elétrica, a manutenção desses ativos tem tido uma atenção especial por parte das concessionárias. Com base em dados estatísticos e na análise do sistema, pode-se implantar um cronograma ou plano de manutenção, minimizando o efeito de uma manutenção emergencial. Atualmente, pressões por alta produtividade e atender aos indicadores de continuidade, definido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as distribuidoras de energia preocupam-se cada vez mais, em satisfazer seus clientes da melhor maneira possível, eliminando falhas e possíveis interrupções, e controlando a qualidade da energia fornecida. A atividade de manutenção em linhas de subtransmissão é regulamentada pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), através de “Procedimentos de Rede” referentes ao “Acompanhamento da Manutenção dos Sistemas Elétricos”, que tem como objetivo a padronização das operações.

As inspeções em linhas de subtransmissão são as principais atividades das equipes de manutenção da COSERN. A inspeção objetiva identificar as irregularidades e anomalias existentes no sistema de transmissão e servem de subsídios para elaboração do programa de manutenção e avaliação das condições da instalação, e que se não corrigidas a tempo resultariam em falhas e interrupções no fornecimento de energia elétrica para as subestações. Ao avaliar as condições do sistema de transmissão, a inspeção conduz ao estabelecimento das prioridades para a execução da manutenção. É nesse sentido, que a inspeção constitui etapa essencial e imprescindível do processo de manutenção do sistema elétrico.

Visando inovar e otimizar a atividade de inspeção nas linhas de subtransmissão, a Unidade de Manutenção da Subtransmissão da COSERN realizou um projeto piloto de inspeções em linhas de subtransmissão com apoio de veículos aéreos não tripulados – VANT. Nesse trabalho iremos apresentar a realização do projeto, o desenvolvimento, os custos, os resultados e as próximas etapas para esse projeto.

## 2.0 - DESENVOLVIMENTO

Os modelos de inspeções convencionais (visuais terrestres) são realizados nas linhas da COSERN há mais de 52 anos, buscando atender os valores do Grupo Neoenergia, onde um desses valores é a Inovação e Empreendedorismo. O Departamento de Manutenção da Subtransmissão da COSERN, vislumbrou a possibilidade de aprimorar as atividades de inspeções nas Linhas de Subtransmissão 69 e 138kV, utilizando Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). Buscando:

- Mais segurança para os inspetores, pois aqueles não precisariam mais subir escalando os postes;
- Mais produtividade, pois tendo em vista que não haveria mais a necessidade de se escalar os postes, a inspeção seria feita de forma mais rápida;
- Excelência, porque com os registros de imagens, além dos possíveis defeitos ficarem registrados, as avaliações de criticidades dos defeitos poderiam ser realizadas por mais de um inspetor, tornando-se uma espécie de colegiado.

### 2.1 Planejamento do Projeto

#### 2.1.1 Idealização

Para iniciar o projeto foi necessário primeiro avaliar os impactos que essa atividade traria com relação a regulação do aeromodelismo em áreas rurais e urbanas e a necessidade de licenças legais de utilização de VANTs para esses fins. Outros pontos que teriam que ser definidos:

- Desenvolvimento de um aeronave, em parceria com algum centro de pesquisa;
- Compraria uma aeronave dos fabricantes consagrados do mercado;
- Contratação de uma empresa com experiência na operação de VANTs e captura de imagens aéreas.

#### 2.1.2 Legislação

Não há ainda uma regulamentação específica sobre o uso comercial de VANTs no Brasil. O tema será regulado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

No dia 19 de Novembro de 2015 o Departamento de Controle do Espaço Aéreo da Aeronáutica (DECEA) publicou a ICA 100-40, intitulada SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS E O ACESSO AO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO com o objetivo de regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro por Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS).

O regulamento, entretanto, ainda não está em vigor. Isso só acontecerá depois que a agência concluir a análise das sugestões que foram encaminhadas ao órgão durante o período em que as regras foram debatidas em audiência pública (AP nº 13/2015) que aconteceu no período de 03 de setembro a 02 de novembro de 2015. Porém algumas definições e regras previstas na proposta de regulamento se aplicam as atividades desejadas para inspeção de linhas de subtransmissão. Esta instrução é aplicada a todas as operações que não sejam exclusivamente com propósitos recreativos.

Antes de mais nada, é necessário esclarecer os diversos tipos desses equipamentos existentes atualmente no mercado.

- **Drone** - O termo "drone" é apenas um nome genérico (em português: zangão, zumbido) é um apelido informal, originado nos EUA, que vem se difundindo mundo afora. Para caracterizar todo e qualquer objeto voador não tripulado, seja ele de qualquer origem, característica ou propósito (profissional, recreativo, militar, comercial etc.). Ou seja, é um termo genérico, sem amparo técnico ou definição na legislação.
- **VANT** - Veículo Aéreo Não Tripulado, por outro lado, é a terminologia oficial prevista pelos órgãos reguladores brasileiros do transporte aéreo para definir este tipo de veículo. Há, no entanto, algumas diferenças importantes. A legislação brasileira caracteriza como VANT toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, mas de caráter não-recreativo e com carga útil embarcada. Ou seja, nem todo drone pode ser considerado um VANT, já que um Veículo Aéreo Não Tripulado utilizado como *hobby* ou esporte enquadra-se, por definição legal, na legislação pertinente aos **aeromodelos**, e não na de um VANT.

Do mesmo modo, há dois tipos diferentes de VANT:

- **ARP** - Aeronave Remotamente Pilotada, ou RPA na sigla em inglês (Remotely-Piloted Aircraft). Nesta subcategoria, o piloto não está a bordo, mas controla a aeronave remotamente de uma interface qualquer (computador, simulador, dispositivo digital, controle remoto etc.).
- A outra subcategoria de VANT é a chamada "Aeronave Autônoma" que, uma vez programada, não permite intervenção externa durante a realização do voo. No Brasil, as aeronaves autônomas têm o seu uso proibido.

As novas regras previstas na proposta de regulamento deverão ser observadas para operações civis de VANT não autônomos (RPA) e aeromodelos não autônomos, nas quais o piloto remoto tem capacidade de intervir na operação. Ou seja, operações com VANT ou aeromodelos autônomos proibidas.

A proposta divide todas as aeronaves remotamente pilotadas (RPA) em três classes:

**Classe 1 (peso maior que 150 kg)** – Aeronaves deverão ser certificadas pela ANAC, serão registradas no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) e pilotos deverão possuir Certificado Médico Aeronáutico (CMA), licença e habilitação. Todos os voos deverão ser registrados.

**Classe 2 (peso menor ou igual a 150 kg e maior que 25 kg)** – Aeronaves não precisarão ser certificadas, mas os fabricantes deverão observar os requisitos técnicos exigidos e ter o projeto aprovado pela Agência. Também deverão ser registradas no RAB e pilotos deverão possuir CMA, licença e habilitação. Todos os voos também deverão ser registrados.

**Classe 3 (peso menor ou igual a 25 kg)** – Se operados até 400 pés acima do nível do solo (aproximadamente 120 metros) e em linha visada visual, serão apenas cadastrados (apresentação de informações sobre o operador e o equipamento). Não será requerido CMA nem será necessário registrar os voos. Licença e habilitação somente serão requeridas para quem pretender operar acima de 400 pés. As operações de RPA até 25 kg só poderão ocorrer a uma distância mínima de 30 metros de uma pessoa. A distância pode ser menor no caso de pessoas anuentes (aquelas que concordarem expressamente com a operação) ou de pessoas envolvidas na operação. Em áreas urbanas e aglomerados rurais, as operações serão de no máximo 200 pés acima do nível do solo (aproximadamente 60 metros).

**Idade mínima** – Os pilotos de RPA das três classes deverão ser maiores de 18 anos.

**Seguro** – Será exigido seguro com cobertura de danos a terceiros para todos os RPA (das três classes), com exceção de órgãos de segurança pública e defesa civil.

**Atividades ilícitas ou invasão de privacidade** – Atividades ilícitas ou invasão de privacidade com uso de RPA serão naturalmente tratadas pelas autoridades de segurança pública competentes.

**Regras atuais (até entrada em vigor do novo regulamento)** – Atualmente, a legislação (Lei nº. 7.565/86) determina que, para operar, qualquer aeronave deve ser autorizada. No âmbito da ANAC, a Instrução Suplementar (IS nº 21-001) de 2012 prevê a emissão de autorização para uso de VANT (RPA) somente para pesquisa e desenvolvimento e treinamento de pilotos. Essas autorizações da ANAC não excluem a necessidade de anuência de outros agentes públicos como DECEA e ANATEL. Para o uso de aeromodelos, vigora hoje a Portaria DAC nº 207/STE/1999, na qual os equipamentos devem respeitar a restrição de não operar nas zonas de aproximação e decolagem de aeródromos e nunca ultrapassar altura superior a 400 pés (aproximadamente 120 metros) mantendo-se o equipamento sempre ao alcance da visão do piloto.

### 2.1.3 Escolha do Modelo de Execução

Durante o desenvolvimento do projeto foi decidido que para obter resultados rápidos e com menor custo, a COSERN iria contratar uma empresa com experiência na prestação do serviço de CAPTURA DE IMAGENS AÉREAS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA UTILIZANDO AERONAVES NÃO TRIPULADAS. A aeronave seria do tipo Drone DJI Inspire 1, que é uma aeronave tipo quadricóptero, munida com câmera 4K e gimbal 360°, e deveria se enquadrar na classe 3, conforme classificação do item 2.1.2, para simplificar o processo burocrático junto aos órgãos reguladores do espaço aéreo.

Não foi desenvolvida uma aeronave com tecnologia própria, porque já existem diversos fabricantes consagrados no mercado e com tecnologia de ponta. Os custos para esse desenvolvimento seriam altos e a evolução do projeto certamente seria muito longo.

Também não foi adquirido um VANT pelos custos da aquisição e manutenção da aeronave, outro detalhe é que como seria um projeto piloto, não se tinha certeza se os resultados seriam satisfatórios para justificar o investimento. O ponto primordial foi que seria necessário treinar e capacitar colaboradores para pilotar essa aeronave, e a formação adequada para essa atividade requer um tempo considerável de maturação.

### 2.1.4 Abertura do Processo de Contratação da Empresa Prestadora do Serviço

Algumas empresas do ramo de captura de imagens por veículos aéreos não tripulados foram contactadas para apresentarem uma solução para a demanda da COSERN. Quatro empresas apresentaram seus produtos e sugeriram soluções. Foram realizados testes e simulações.

Nesses testes foram feitos vídeos e fotografias de algumas estruturas das linhas de subtransmissão.



FIGURA 1 – Drones utilizados na idealização do projeto



FIGURA 2 – Isoladores Fotografados por um Drone

As fotos acima mostram as simulações que foram feitas em conjunto com algumas empresas. Após avaliar os resultados (fotos e vídeos) das inspeções foi decidido que os registros seriam feitos através de fotos, pois isso dinamizaria a análise do material. Após os testes e simulações foi dado início ao processo de contratação de uma empresa para executar as atividades de inspeção aérea utilizando veículo aéreo não tripulado (VANT). Foi criada uma especificação técnica com as características desejadas para a atividade, baseadas nas experiências adquiridas nas simulações realizadas anteriormente.

A especificação técnica definiu principalmente:

- O serviço seria de Inspeção detalhada, através de um processo de Imageamento Aéreo, em toda as estruturas e em toda a extensão das linhas de subtransmissão determinadas pela COSERN, com intuito de identificar irregularidades, defeitos e anomalias existentes nestas linhas, avaliando: Condições da instalação; Estruturas; Cruzetas; Cadeias de isoladores; Ferragens; Cabos condutores; Conexões; Faixa de servidão; Sistema de Aterramento, Utilizando veículos aéreos não tripulados – VANTS (Drones), equipado com câmera digital que permite a tomada de fotos com alta resolução de forma precisa, embarcado com sensores de movimentos e GPS. A CONTRATADA fornecerá as fotos em alta resolução em arquivos digitais. As câmeras fotográficas deverão ter características mínimas tais como: imagens em alta definição, resolução de 16 Mega Pixel e zoom ÓPTICO de 25 vezes.
- As tomadas de fotos seriam realizadas com aeronaves do tipo drone que teria menores dimensões, tornando-o mais seguro para a instalação, permitiria variações rápidas de velocidade, altitude, direção de voo e tomada de fotografias. Os voos ocorreriam no modo manual, ou seja, operado pelo piloto em solo e um operador de câmera digital.
- 04 (quatro) linhas de subtransmissão foram escolhidas para o contrato inicial. Conforme a tabela 01 a seguir. Os trechos foram definidos com base em linhas de diferentes tipos para análise de produtividade e

possíveis dificuldades encontradas em cada uma delas levando-se em consideração a localização das estruturas tanto em áreas urbanas quanto rurais.

Tabela 1 – Relação de Linhas Inspeccionadas, Comprimento e Quantidades de Estruturas das Linhas

NOME DA LINHA	SIGLA DA LT	COMPRIMENTO DAS LT's (Km)	QUANTIDADE DE ESTRUTURAS
LT 69KV NATAL II - IGAPÓ	NTD-IGA1	16,10	104
LT 69KV NATAL II - IGAPÓ	NTD-IGA3	6,8	72
LT 69KV NATAL II - PARNAMIRIM	NTD-PNA	10,40	78
LT 69KV PARNAMIRIM – TERMOELETRICA POTIGUAR	PNA-TEP	5,64	56

O departamento de suprimentos enviou para as empresas candidatas a prestação de serviço, a solicitação de cotação para inspeção de linhas de subtransmissão utilizando VANTs.

#### 2.1.5 Escolha da Empresa prestadora do serviço

Após apresentação das propostas comerciais deu-se início ao processo de avaliação das mesmas. As propostas selecionadas passaram pela avaliação técnica individual de cada empresa. Com os pareceres técnicos e comerciais definidos a empresa vencedora do certame foi a SOFTMAPPING ENGENHARIA, CARTOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO LTDA.

A Softmapping foi fundada em 1999 com o objetivo de desenvolver e viabilizar projetos na área de cartografia, engenharia florestal e geoprocessamento. Atende prefeituras, indústrias madeireiras, indústrias de celulose e papel, empresas de energia e telecomunicações, reflorestadoras, empresas de saneamento, entre outras. Tem experiência em aquisição de imagens aéreas com VANT para diversos clientes em nível nacional.

## 2.2 Início do Projeto

Antes de iniciar as atividades houve uma reunião entre os responsáveis pela execução das atividades (Softmapping) e os responsáveis pelo departamento de manutenção da subtransmissão da COSERN. Nessa reunião foram discutidos assuntos como: Descrição da Aeronave e câmera, Metodologia de trabalho, Posição ideal para a coleta das imagens, cronograma de execução, segurança de todos envolvidos na atividade e fiscalização.

### 2.2.1 Descrição da Aeronave

O drone utilizado foi o DJI Inspire 1, equipado com câmera 4K e gimbal 360 graus. É possível operar o Inspire 1 com duas opções, sendo uma exclusivamente para pilotagem e outra focada na operação do gimbal e na captação de vídeos e fotos. A transmissão do vídeo é feita em tempo real para seu dispositivo Android ou IOS, tornando o Inspire uma útil ferramenta em diversas áreas da engenharia. O Inspire também pode ser utilizado para pequenos mapeamentos utilizando o APP Photoscan.

### 2.2.2 Posições das Tomadas de Fotografias

Na reunião de planejamento foram definidas algumas posições de tomadas de fotos necessárias para identificar todos os elementos de cada estrutura, com objetivo de visualizar possíveis defeitos. Inicialmente foi definido que seriam tomadas em média 8 fotos de cada estrutura não se limitando a esse número, tendo em vista que na prática existem parâmetros que devem ser observados, tais como: ventos, localização da estrutura, acesso entre outros.

Durante as inspeções em campo, várias posições foram tomadas abrangendo todos os elementos. Porém, as posições eram variáveis em função do tipo de estrutura. Essa variação também impactou na quantidade de exposições em cada estrutura e localização das mesmas. No decorrer do projeto foram tiradas em média 10 fotos por estrutura.

Foram tomadas fotos em cruz (diagonal) e uma superior de cada estrutura. Além disso, dependendo do formato das cruzetas, eram tomadas 3 fotos em níveis diferentes para o registro de todos os isoladores como ilustra a figura 04 a seguir.



FIGURA 3 – Drone Inspiri – I

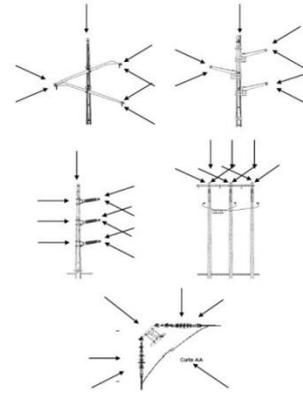


FIGURA 4 – Representação das posições do Drone em relação às estruturas para coleta de imagens

### 2.2.3 Tomada das Fotografias

Em cada estrutura os voos foram precedidos de um planejamento por parte dos técnicos da COSERN em conjunto com a Softmapping visando a segurança e agilidade na realização dos voos, bem como atender a qualidade das imagens. Após cada tomada fotográfica, as imagens eram analisadas no próprio local do evento como forma de controle de qualidade do material originado pelo sistema. Foram analisados os seguintes aspectos: nitidez da imagem, o contraste e o brilho. A imagem final deveria permitir o detalhamento perfeito dos elementos que compõe cada estrutura conforme ilustra um modelo da figura 06 a seguir.



FIGURA 5 – Posições do Drone para coleta de imagens



FIGURA 6 – Componentes da estrutura

Durante as primeiras coletas, a cada estrutura, foram sendo feitas adequações das distâncias e posições que as fotos estavam sendo capturadas. Depois dessa análise, o Drone, que estava fotografando a uma distância média de 3 metros, passou a ficar em média a 2 metros e, em alguns casos até 1,50 metros de distância das linhas. A diferença entre as imagens obtidas nas diferentes distâncias impactou sensivelmente na visualização dos elementos citados acima como pode ser observado nas figuras 07, 08 e 09 a seguir.



FIGURA 7 – Imagem obtida a 3 metros de distância dos elementos.



FIGURA 8 – Imagem obtida a 2 metros de distância dos elementos.



FIGURA 9 – Imagem obtida a 1,5 metros de distância dos elementos.

## 2.2.4 Georeferenciamento das Imagens

O Inspire I possui um avançado sistema de gravação das coordenadas latitude, longitude e altitude em cada tomada de imagem armazenando esses dados no arquivo EXIF de cada imagem. Isso facilita a elaboração de mosaicos ortorretificados, bem como a localização de cada tomada com erro posicional médio de 2 a 3 metros, comunicando-se com pelo menos 18 satélites orbitais simultaneamente.

Os dados das coordenadas são armazenados no EXIF de cada imagem e podem ser confirmados nas suas propriedades no seu item detalhes conforme ilustra a figura 10 a seguir. Além das coordenadas, o sistema armazena todos os dados da câmera utilizada, bem como as suas configurações no momento da tomada de cada foto. O sistema de coordenadas do equipamento permitiu o hiperlink das imagens com os arquivos vetoriais cadastrados no ArcGis, onde a COSERN tem um banco de dados georeferenciado com toda sua base de ativos.

Com esses registros, as imagens podem ser visualizadas no Google Earth a partir da transformação em softwares específicos que fazem a leitura dessas coordenadas que são reconhecidas em qualquer software CAD. No caso específico desse projeto, a Softmapping, a partir da solicitação do departamento técnico da Cosern realizou o "link" de todas as imagens feitas no ArcGis.

As imagens foram armazenadas por estrutura a que pertencem. Todos as informações foram armazenadas no software ArcGis na forma de banco de dados. Ao clicar naquela estrutura abrirá um arquivo PDF composto por todas as imagens daquela estrutura.

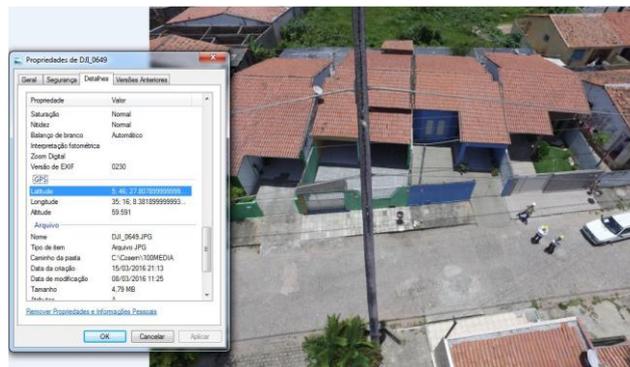


FIGURA 10 – Armazenamento das coordenadas em cada imagem

## 2.2.5 Hiperlink com ArcGis

O hyperlink pode levar a outra parte do mesmo documento ou a outros documentos. No caso específico desse projeto, foi promovida a ligação do banco de dados das estruturas com as imagens de cada uma delas. Inicialmente, a partir dos arquivos KMZ das linhas e suas estruturas fornecidos pela Cosern, a Softmapping gerou os arquivos shapefiles utilizando a plataforma ArcGis das 4 linhas constantes no contrato. A figura 11 ilustra o trajeto das 4 linhas percorridas ao longo do projeto.

Para facilitar o hiperlink, foram elaborados arquivos PDF para todas as estruturas, contendo o conjunto de imagens de cada uma delas. A partir da estruturação do hiperlink das imagens com suas respectivas estruturas, basta "clique" no link que automaticamente o arquivo pdf daquela estrutura abrirá conforme pode ser observado na figura 12 a seguir.

Desse modo, sempre que necessário o analista pode selecionar a estrutura que deseje avaliar, depois ele clica na estrutura, abrirá o hiperlink, conseqüentemente abrirá o arquivo PDF com as imagens da estrutura selecionada.

## 2.3 Avaliação dos Resultados

Durante a execução do projeto foram capturadas imagens de 235 estruturas das quatro linhas contratadas. Foram identificadas e registradas as anormalidades analisando as imagens, ver figuras abaixo. Na figura 13 pode ser observada a presença de cantoneira com oxidação, oxidação na concha-olhal e no gancho-bola, início de oxidação nas porcas e arruelas dos parafusos olhais dos isoladores dos jumpers, oxidação em um grau avançado na conchilha e oxidação crítica nas alças preformadas.

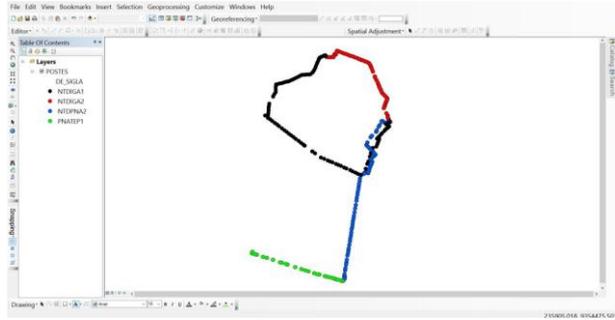


FIGURA 11 – Disposição de todas as estruturas no ArqGis

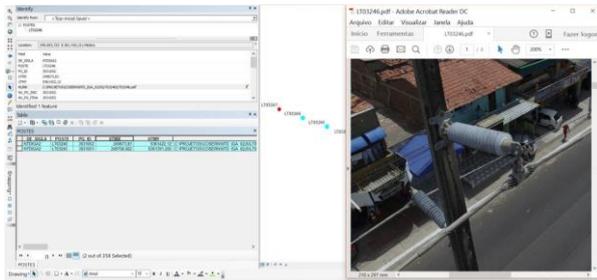


FIGURA 12 – Disposição de todas as estruturas no ArqGis

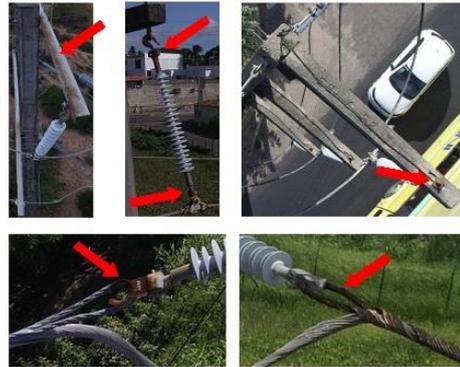


FIGURA 13 – Estruturas que apresentam oxidação em suas partes

Na figura 14 pode ser observada a presença do braço móvel com ferragem exposta, onde a visualização apenas é possível de cima, a cobertura de concreto da face interna do poste esta danificada e as ferragens estão expostas e oxidadas e a outra figura mostra uma fissura acentuada no concreto do topo do poste.

Na figura 15 pode ser observada fio de aterramento da estrutura oxidado e partido.



FIGURA 14 – Estruturas com ferragens expostas



FIGURA 15 – Estruturas com fio terra partido e oxidado

Na figura 16 pode ser observada a presença de vegetação sob as linhas, na figura 17 podem ser observados objetos estranhos (rabiola de pipa), poluição ambiental e industrial nos isoladores e na figura 18 podem ser observadas estruturas com dificuldade de acesso implantada dentro do Rio Potengi, vão de condutores sob vegetação "fechada". .



FIGURA 16 – Presença de Vegetação sob as linhas

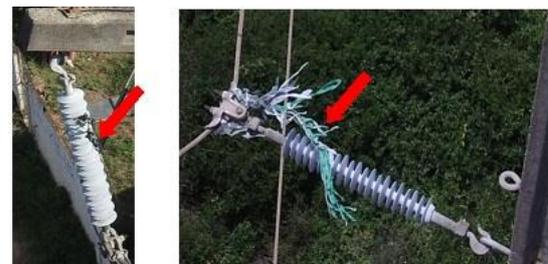


FIGURA 17 – Presença de objetos estranhos nos isoladores



FIGURA 18 – Estrutura de difícil acesso

Na análise das imagens das 235 estruturas foram identificadas 32 anormalidades/defeitos nível de criticidade alta e passível de intervenção imediata. Onde 27 já foram corrigidos e 5 foram Encaminhados para equipe de manutenção para correção.

Todos os 235 voos para tomada fotográfica das estruturas foram acompanhados por técnicos da COSERN que orientavam os acessos às linhas e registravam os tempos de deslocamento entre as estruturas, bem como o tempo de voo e registro fotográfico, conforme podemos observar na tabela 02, **em média foram gastos 5:13 minutos para capturar imagens fotográficas de uma estrutura**. A produção média diária foi de 26 estruturas. Porém, em alguns casos chegou a ser imageadas 40 estruturas por dia. Ao passo que em outros casos, a produção caiu pra 10 postes em média por conta da dificuldade de acesso e deslocamentos entre uma estrutura e outra.

Tabela 2 - Tempos médios das inspeções por estruturas

Tempo de Deslocamento	Tempo de Voo	Tempo Total por Estrutura
2:47 min	2:25 min	5:13 min

Para análise das anormalidades foi designado um inspetor que avaliou todas as imagens de todas as estruturas. Esse trabalho levou em média **8 minutos por estrutura**.

### 2.3.1 Dificuldades encontradas no projeto

- Rajadas de ventos acima de 4 m/s. Esse fato dificulta a aproximação do equipamento para tomada das fotos em pontos estratégicos;
- Postes em região urbana devem ter um isolamento da área de decolagem e pouso, haja vista a curiosidade por parte dos populares;
- Em dias de baixa luminosidade os resultados das imagens não são tão bons.
- A inspeção de linha de transmissão com drone requer atenção redobrada do piloto. Normalmente os drones são utilizados em atividades onde dificilmente o operador terá que se aproximar tanto do objeto. A fiscalização de linha de transmissão requer justamente a proximidade, mesmo com lentes de distância focal maior. E essa proximidade exige atenção e habilidade por parte do piloto.
- Câmera - Com essa configuração de câmera/lente foi necessário uma aproximação da linha em questão. Para o desenvolvimento de futuros projetos, será necessário uma câmera maior com um sensor de crop 1.5 ou mais e uma lente standard acima de 35mm (70mm em equivalência de 35mm).
- Bateria – As baterias da aeronave tinham a autonomia de 30 minutos de voo, isso diminuiu a produtividade diária já que a prestadora de serviço só possuía 04 (quatro) baterias, sendo que essas demoravam aproximadamente 02 (duas) hora para serem recarregadas.

### 2.3.2 Melhorias para continuação do projeto

- Implantar um controle de zoom da máquina fotográfica a partir do rádio controle;
- Utilizar uma máquina fotográfica com 20 Mp Mirrorless para melhorar a qualidade das fotos;
- Utilizar uma câmera com sensor termal, para realizar termovisões nas linhas.

### 2.3.3 Custos do Projeto

Mediante contrato foi estipulado que os custos individuais de cada estrutura fotografada seria R\$ 256,32. Na tabela são apresentados os custos totais do projeto.

Tabela 3 - Custo da Inspeção por Estrutura

QUANTIDADE DE ESTRUTURAS	VALOR POR ESTRUTURA (R\$)
235	256,32
<b>TOTAL</b>	<b>60.235,20</b>

Tabela 4 - Custos totais do Projeto

DESCRIÇÃO	CUSTOS (R\$)
Contrato SoftMapping	60.235,20
HxH Pessoal Próprio	13.029,12
Alimentação	565,92
Transporte	832,50
<b>TOTAL</b>	<b>74.662,74</b>

### 3.0 - CONCLUSÃO

Neste projeto foram percorridos aproximadamente 30 Km de linhas de subtransmissão de energia elétrica, captadas imagens de 235 estruturas em 9 dias de trabalho, foram tomadas em média de 10 fotos por estrutura, a cada bateria do drone era possível fotografar entre 6 e 7 estruturas, a média diária foi de 26 postes, essa quantidade foi de até 40 estruturas de pendendo dos acessos as estruturas e da velocidade dos ventos fortes.

Para operação do equipamento, o profissional deve ter bastante experiência na operação de VANT's multirrotor e conhecimento em microeletrônica de sistemas embarcados para que possa resolver problemas técnicos da aeronave em campo.

O projeto demonstrou vantagens quanto ao uso do sistema de inspeção aérea com melhoria da qualidade das inspeções nas estruturas que compõem as linhas de distribuição de energia elétrica a partir das imagens aéreas obtidas com uso de VANTs.

A utilização de Drones para inspeção e monitoramento de linhas de subtransmissão de energia elétrica representa a redução dos riscos da atividade dos inspetores, que não precisam mais escalar os postes para realizar as inspeções. Além disso, com os Drones é possível ter um monitoramento completo e constante da situação física e mecânica das estruturas, onde é possível analisar os dados coletados, confeccionar um banco de dados e fornecer subsídios para manutenção preventiva dessas estruturas, minimizando custos de possíveis falhas nas linhas de subtransmissão e conseqüentemente interrupção no fornecimento de energia, por problemas não identificados em inspeções visuais convencionais.

Em resumo, os VANTs podem ser o futuro próximo das inspeções em linhas de distribuição e transmissão de energia, esse projeto podem vir a diminuir os custos com as atividades de inspeções, tendo em vista que essa tecnologia permite a determinação precisa do local do defeito a partir de coordenadas geográficas e imageamento de alta resolução.

### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ONS, "Procedimentos de redes", Submódulo 16.2, Acompanhamento de manutenção de equipamentos e linhas de transmissão, ONS, 2009.

COSERN, Normativo SR01.09-00.03 - Execução da Manutenção de Linhas de Transmissão, 2014.

COSERN, Procedimento SR01.09-00.03.001 - Inspeção Visual Geral e Minuciosa em Linhas de Transmissão, 2013.

Doctor Drone, <http://doctordrone.com.br/nova-regulamentacao-proibe-uso-de-drone-em-areas-urbanas/>. Acesso em: 19 de abril de 2016

Drone Show, <http://www.droneshowla.com/anac-apresenta-as-regras-para-uso-de-drones-e-aeromodelos/>. Acesso em: 19 de abril de 2016

### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Anderson Heitor Veríssimo;

Recife-PE, 18 de outubro de 1982;

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2007;

Universidade Potiguar – UnP, 2015;

Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNI-RN, 2015;

Engenheiro Eletricista (UFRN), pós-graduado em Energias Renováveis (UnP) e MBA em Gestão Estratégica de Negócios (UNI-RN), com 10 anos de experiência atuando no setor elétrico como engenheiro, sendo 3 anos na área de construção de rede de distribuição, linhas de transmissão (138kV e 230kV) e construção de Subestações 138kV e 7 anos na área de manutenção de linhas de subtransmissão e subestações (69kV e 138kV), especialista em manutenções com rede energizada (Linha Viva).