

## **DRONES PARA INSPEÇÃO NAS LINHAS DE TRANSMISSÃO DA ITAIPU BINACIONAL**

**Rodrigo C. Blossfeld, Azaria M. Martinez, Cristian C. Pereira, Cesar J. L. Rivas e Fabio C. Scherer**

### **ITAIPU BINACIONAL**

#### **Brasil**

#### **1.1 Resumo**

Atualmente, a utilização de drones pelas empresas do setor elétrico já é uma realidade. Devido às suas funcionalidades, trata-se de um recurso técnico importante para agregar qualidade às inspeções realizadas até então, de forma tradicional à distância. Nesse contexto, a Superintendência de Manutenção da ITAIPU Binacional adquiriu um drone com duas câmeras embarcadas, uma digital de alta resolução (com zoom ótico de 30X) e outra termográfica, para realizar a inspeção nas instalações da Área Industrial, como por exemplo, linhas de transmissão, estruturas da Casa de Força, barragem, vertedouro, etc. As inspeções são realizadas pela Divisão de Laboratório (SMIL.DT). Na fase da entrega técnica do DRONE, técnicos da SMIL.DT receberam treinamento que foi ministrado pela empresa fornecedora do equipamento. De imediato, o drone já começou a atender uma das demandas mapeadas pela a Superintendência de Manutenção, em inspecionar as interligações aéreas entre os cabos pára-raios nos 3 primeiros vãos de saída das linhas de 500 kV / 60 Hz. Até então, essas inspeções eram feitas do solo com utilização de binóculos e, devido à distância e o posicionamento do inspetor contra a luz do sol, não se podia verificar com clareza a integridade das conexões. Na sequência foram inspecionados amortecedores e esferas de sinalização das linhas de 500 kV / 50 Hz, que interligam as saídas de linha da Central Hidrelétrica de Itaipu até a Subestação da Margem Direita e a linha 66 kV / 50 Hz na travessia sobre o Rio Paraná. Nas primeiras campanhas de inspeção já foram encontrados casos como amortecedor tipo Stock Bridge danificado, suporte de esferas desgastado e conectores com folga, que não eram visíveis pelos inspetores, devido à localização de difícil acesso. A utilização de drones nas inspeções de linhas de transmissão da ITAIPU, identificou defeitos incipientes dificilmente visíveis pela inspeção tradicional. A partir dos primeiros resultados obtidos, abre-se novas perspectivas de inspeção em outros locais e instalações de difícil acesso, e a reavaliação dos atuais procedimentos de inspeção.

#### **1.2 Palabras clave**

Inspeção; Linhas de transmissão; Manutenção Preditiva, Drone

#### **1.3 Introdução**

Os objetos e equipamentos em locais de difícil acesso para inspeção visual foram o ponto de partida para a utilização de DRONES em inspeções de torres e linhas de transmissão na ITAIPU. Dentre essas localidades, estão os trechos de travessia sobre o Rio Paraná, e as interligações dos cabos para-raios existentes nos três primeiros vãos das linhas de 500 kV de 50 Hz e 60 Hz. Nesses locais só seria possível inspecionar de helicóptero ou com DRONE. O DRONE então se apresentou como uma alternativa rápida, de menor custo e bastante segura, tanto para os equipamentos e linhas como para as pessoas.

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE  
23 y 24 de Junio 2022

**1.4** *Escopo inicial das inspeções*

Inicialmente o objetivo foi inspecionar um conjunto de equipamentos compreendido por:

- conexões das interligações entre cabos para-raios
- espaçadores e amortecedores
- esferas de sinalização
- conectores de amortecedores

A figura 1 é uma amostra de esfera de sinalização com um amortecedor à sua esquerda e a figura 2 mostra a conexão de uma interligação dos cabos para-raios, ambas sobre o lago, próximos da área do vertedouro.



**Figura 1: Esfera e amortecedor**

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE  
23 y 24 de Junio 2022



**Figura 2: Conexão de interligação dos cabos para-raios**

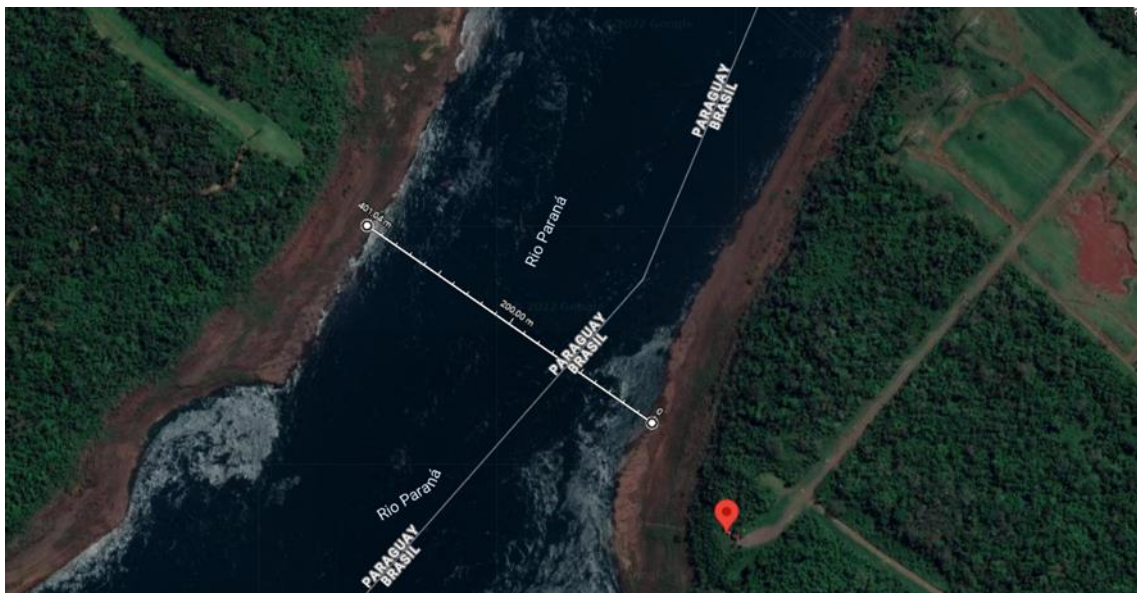
### **1.5 Área inspeccionada**

Foram inspeccionadas as quatro linhas de 500 kV 60 Hz, no que compreende os vãos desde as saídas das linhas da usina até o terceiro vão, e quatro linhas 500 kV 50 Hz, entre a saída da usina e a SEMD (subestação da margem direita), pois nestes trechos, em cada vão entre torres, encontram-se as interligações dos quatro cabos para-raios para cada uma destas linhas, conforme se observa nas Figuras 3 e 5. Inspeccionou-se também a linha de 66kV 50Hz na sua travessia sobre o Rio Paraná, referenciada na Figura 4, saindo da MD (margem direita) para ME (margem esquerda), com objetivo de inspeccionar as esferas de sinalização.

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
23 y 24 de Junio 2022



**Figura 3: Imagem da interligação dos cabos para-raios**



**Figura 4: Travessia da linha 66kV 50Hz sobre Rio Paraná**

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE  
23 y 24 de Junio 2022



**Figura 5: Linhas 500kV sobre o Rio Paraná e o Lago**

### 1.6 Equipamento utilizado

O DRONE utilizado está equipado com quatro câmeras, sendo as duas principais para:

- Captação de imagem Convencional (espectro de luz visível), 2,1 Megapixels, zoom ótico de 30x e zoom digital de 6x
- Captação de imagem Térmica (espectro infravermelho), 640x512 (-40°C a 550°C)

A autonomia de voo é de aproximadamente 32 minutos por conjunto de baterias, quando utiliza-se apenas uma das câmeras, a de imagem convencional, e 24 minutos, utilizando-se a convencional e a de imagem térmica. Nas inspeções realizadas pela ITAIPU, foram utilizadas 3 conjuntos de baterias por campanha e somente a câmera convencional.

### 1.7 Definição das regras de voo, documentação segurança

Na ITAIPU Binacional, a inspeção com drones na Área Industrial foi regulamentada em 15/06/2021. O processo de autorização segue o atendimento dos requisitos estabelecidos pelas autoridades aeronáuticas do Brasil ou do Paraguai, de acordo com o local a ser sobrevoado. Para cada solicitação de inspeção, é feita uma análise técnica sobre as condições do local da inspeção, os riscos envolvidos e as medidas de controle necessárias. A análise da documentação, necessária para autorização de voo, tem a participação da Superintendência de Segurança Empresarial da margem correspondente.

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE  
23 y 24 de Junio 2022

**1.8 Resultados obtenidos**

Com a utilização do DRONE, foram detectadas falhas incipientes nas conexões das esferas, conexões de interligações entre cabos para-raios, amortecedor quebrado, dentre outros, conforme vistos nas Figuras 6 a 8:



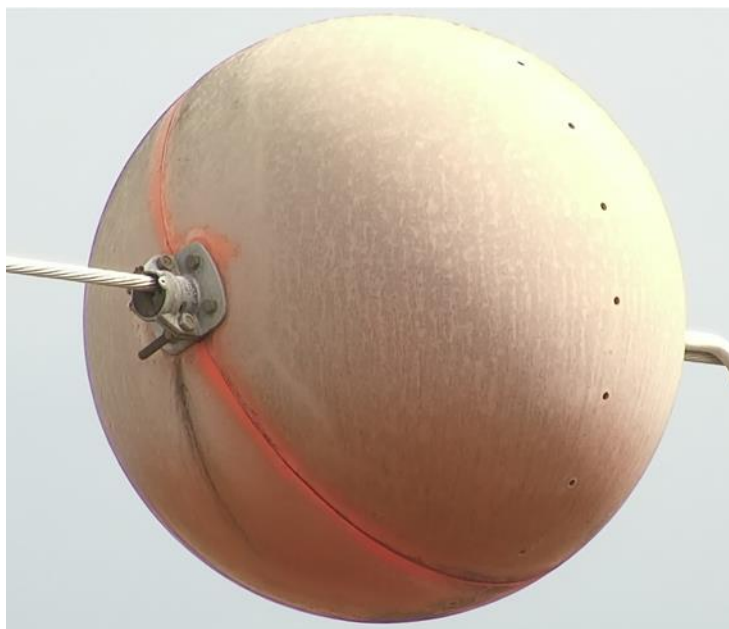
**Figura 6 – Calota do amortecedor Stockbridge desprendido do cabo mensageiro**



**Figura 7 – Parafusos de conectores com aperto desproporcional**

XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE  
23 y 24 de Junio 2022

---



**Figura 8 – Degradación do coxim de aperto da esfera de sinalização**

Por serem defeitos de difícil detecção pelos métodos tradicionais de inspeção, os mesmos se agravariam com o passar do tempo, ocasionando possivelmente a ruptura do cabo para-raios, e desligamento intempestivo da linha de transmissão. Com a detecção antecipada desses defeitos, a equipe de manutenção está tomando as medidas necessárias para correção de forma programada.

### **1.9 Possibilidades futuras**

A equipe que executa as inspeções com DRONE nas linhas de transmissão, também é responsável por inspeções termográficas, que são realizadas com câmeras termográficas portáteis sempre do nível do solo. O DRONE apresenta a possibilidade de agilizar a inspeção e alcançar alguns componentes de difícil acesso visual também para a termografia.

Em razão dos resultados obtidos das primeiras campanhas de inspeções, a Engenharia de Manutenção da ITAIPU está estudando as medidas necessárias para incluir o uso de DRONES nas inspeções periódicas das linhas de transmissão.

Dentre essas medidas, verifica-se a necessidade de se estruturar um banco de armazenamento das imagens por localidade inspecionado, padronizando-se as formas de registros após o trabalho de pós processamento das imagens.

**XIV SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRE**  
**23 y 24 de Junio 2022**

---

### **1.10 Conclusões**

A utilização do DRONE na inspeção de componentes das linhas de transmissão se mostrou eficaz, uma vez que foram detectados defeitos incipientes que não seriam de possível detecção com a atual forma de inspeção. Com o sucesso obtido a ITAIPU está estudando as medidas necessárias para incorporação dessa ferramenta como forma complementar de inspeção.

### **1.11 Bibliografia**

[1] ITAIPU. Planilha de Inspeção e Controle 28/10/2014. PIC 020.EQ.02 , LINHAS DE TRANSMISSÃO 500kV

[2] DJI. Matrice 210/Matrice 210 RTK - Manual do Usuário 1.4. Disponível:  
<https://www.dji.com/br/downloads/products/matrice-200-series>. Acesso em: 26 de abril de 2022

[3] DJI. Zenmuse XT2 - Manual do Usuário 1.0. Disponível:  
<https://www.dji.com/br/downloads/products/zenmuse-xt2>. Acesso em: 26 de abril de 2022

[4] DJI. Zenmuse Z30 - Manual do Usuário. Disponível:  
<https://www.dji.com/br/downloads/products/zenmuse-z30>. Acesso em: 26 de abril de 2022

[5] ITAIPU. Determinação 15/06/2022. DET/TE/TD/002/21, Aprovação de norma para utilização de DRONE na Área Industrial.

[6] ITAIPU. Instrução de Manutenção 12/02/2021. IM.LA.340 , UTILIZAÇÃO DE DRONES EM ATIVIDADES DE INSPEÇÃO.

[7] Legislação e informações necessárias para que pilotos e operadores de UAS possam realizar operações seguras. Disponível: <https://www.decea.mil.br/drone/>. Acesso em: 26 de abril de 2022

[8] ITAIPU. Planilha de Inspeção e Controle 19/03/2018. PIC 021.LA.TE , INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA EM LINHAS DE TRANSMISSÃO 60HZ

[9] ITAIPU. Instrução de Manutenção 10/05/2018. IM.LA.337 , INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA EM LINHAS DE TRANSMISSÃO.