



## AVALIAÇÃO DE INSPEÇÕES EM ESTRUTURAS DE DIFÍCIL ACESSO EM USINAS HIDRELÉTRICAS COM USO DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS (VANTS).

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Laura Maria Canno Ferreira Fais; **Candidata:** Giovana Rezende dos Santos

### OBJETIVO

O principal foco deste projeto foi o desenvolvimento de um estudo comparativo feito a partir de imagens obtidas por câmeras convencionais e outras obtidas por drones, a fim de analisar um novo método para a realização de inspeções regulares de estruturas hidráulicas.

### DESCRIÇÃO DA PESQUISA

Inicialmente foram feitos levantamentos bibliográficos a respeito do uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTS) em inspeções em estruturas de difícil acesso em barragens, de forma que foi possível notar conclusões bastante positivas sobre esse tipo de tecnologia.

Em seguida foram feitas as comparações entre os processos tradicionais das inspeções de segurança de barragens e as inspeções executadas com o auxílio de Drones, a partir de imagens de inspeções regulares realizadas em Usinas Hidroelétricas (UHE), de uma concessionária de energia no Brasil.

As inspeções foram realizadas utilizando um Veículo Aéreo não Tripulado (VANT), conhecido como drone, em substituição às inspeções realizadas por equipe de profissionais, com imagens feitas através de câmeras fotográficas convencionais.

O drone utilizado é o Phantom 04, classificado como um Quadricóptero, que possui uma câmera embarcada para a aquisição das imagens. O equipamento foi programado para percorrer uma determinada rota, traçada pelo usuário, as rotas foram traçadas de maneira a se obter imagens das estruturas de difícil acesso, a fim de verificar possíveis anomalias, e cujos relatórios de inspeção devem constar dos Relatórios de Segurança de Barragens, exigidos pela Legislação. Assim, foram feitas imagens de vertedores, taludes de jusante de barragens de terra, canais de fuga, bacias de dissipação, além de sobrevoos no entorno da UHE.

Após a captura das imagens pela câmera embarcada no equipamento, estas foram descarregadas em mapas 2D e modelos 3D, utilizando o software DronePloy. Foram feitas comparações entre as imagens obtidas por câmeras convencionais e pelo drone. Além disso, foram avaliadas as melhorias nos procedimentos de inspeção, quando realizados pelo equipamento.

### RESULTADOS

A partir dos procedimentos descritos foram realizados os voos com o equipamentos para obtenção das imagens. Foram realizadas inspeções nas UHEs pertencentes à concessionária de geração de energia elétrica.

Durante o sobrevoo, o equipamento faz as imagens, obtendo-se um mosaico com os pontos onde as imagens foram feitas (pontos azuis), conforme mostra-se na Figura ao lado. Neste caso, foram feitas 1345 imagens em uma área de 476.000m<sup>2</sup>.





A visão geral da estrutura é feita a partir da sobreposição de todas as fotos em alta resolução obtidas pelo sobrevoo do drone, conforme mostra-se na Figura ao lado. Nota-se que é possível visualizar um panorama da barragem e do seu entorno, o que não seria possível sem um voo realizado em um helicóptero, por exemplo, e que tem um alto custo.

As inspeções foram feitas tanto nas barragens de terra quanto nas estruturas hidráulicas que compõem a UHE. Após a realização de inspeções aéreas em alguns barramentos, os resultados obtidos foram o de que seria possível avaliar os seguintes itens nos barramentos através das imagens obtidas por VANT:



- Alinhamento das estruturas;
- Sinais de movimento;
- Sistema de drenagem pluvial;
- Existência de trincas transversais e longitudinais;
- Existência de pontos com erosão nos taludes;
- Defeito nos revestimentos da crista;
- Existência de afundamentos e buracos;
- Existência de árvores e arbustos;
- Existência de formigueiros, cupinzeiros e tocas de animais;
- Escorregamentos;
- Sinais de surgência de água ou áreas úmidas (áreas encharcadas, alagadas ou empoçadas);
- Existência de erosão no encontro das ombreiras.



Além das barragens propriamente ditas, os drones também podem ser utilizados para inspeções das estruturas anexas, dentre elas, podem ser citados os vertedores, canais de aproximação e de fuga, bacia de dissipação e eclusas. Nestes tipos de estrutura, a obtenção de imagens por drone é importante, já que não seria obter imagens de alguns ângulos com detalhes.

Na Figura ao lado mostram-se imagens obtidas por inspeção aérea do Vertedor Tulipa da UHE. Aqui já pode-se notar uma das vantagens da realização da inspeção por drone, já que esta é uma vista que não

seria possível de ser obtida através de inspeções convencionais. Observa-se também que é possível visualizar detalhes do enrocamento do talude, e verificar se houve deslocamento de material. Além disso, o tempo de inspeção é bastante reduzido quando comparado às inspeções realizadas de maneira convencional, foi possível realizar uma inspeção em 40m de uma estrutura com um voo programado de 20 min, com um total de 417 imagens, com uma substituição de bateria.

# CONCLUSÕES

Com a aprovação da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei n. 12334/10), as inspeções regulares em barramentos passaram a ser obrigatórias, e sua periodicidade depende da classificação de risco do barramento. As inspeções são importantes também para a avaliação da condição de segurança da estrutura, já que através destas é possível detectar anomalias e propor medidas de prevenção/remediação de falhar.

O uso de Aeronaves não tripuladas (VANTs), popularmente chamados de drones, para a realização de inspeções vem aumentando, especialmente quando se trata de locais de difícil acesso, o que pode trazer risco à equipe responsável, além de ter um custo elevado.

Existem muitas vantagens na utilização de tais equipamentos, dentre elas podem ser citadas: a diminuição no tempo de realização das estruturas, a formação de um banco de dados com o histórico das inspeções realizadas, e, principalmente, a obtenção de imagens de alguns ângulos e algumas partes da estrutura que não seria possível com a realização de inspeções in loco, e obtenção de imagens com câmeras convencionais.

Vale ressaltar que as inspeções utilizando VANTs não substitui totalmente as inspeções regulares feitas por técnicos, porém, esta tecnologia traz uma nova possibilidade de identificar precocemente anomalias através das imagens aéreas, o que contribui para a melhoria nas condições de segurança das estruturas.

# REFERÊNCIAS

DAUTOI, Gaëtan; COUTAND, Benjamin; TROLONGE, Nicolas. UN RECOURS CROISSANT AUX ROBOTS D'INSPECTIONS ET DRONES POUR LES BARRAGES ET LES DIGUES. Méthodes et techniques innovantes dans la maintenance et la réhabilitation des barrages et des digues. Chambéry, 2018. Disponível em: [http://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/colloque2018\\_maintenance.pdf](http://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/colloque2018_maintenance.pdf). Acesso em: 26 out. 2019.

HENRIQUES, Maria João; ROQUE, Dora. UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) AS A SUPPORT TO VISUAL INSPECTIONS OF CONCRETE DAMS. In: SECOND INTERNATIONAL DAM WORLD CONFERENCE, 2., 2015, Lisboa. DAM WORLD. Lisboa: Lneec, 2015. p. 1 - 12.

MADER, David et al. POTENTIAL OF UAV-BASED LASER SCANNER AND MULTISPECTRAL CAMERA DATA IN BUILDING INSPECTION. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science - XXIII ISPRS CONGRESS, Prague, Czech Republic, p.1135-1142, jul. 2016.

FONSECA, Ana et al. APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS À INSPEÇÃO VISUAL DE OBRAS DE ENGENHARIA. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE DEGRADAÇÃO DE ESTRUTURAS DE BETÃO, 2., 2016, Lisboa: LNEC. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/317620960\\_APLICACAO\\_DE\\_METODOLOGIAS\\_DE\\_PROCESSAMENTO\\_DIGITAL\\_DE\\_IMAGENS\\_A\\_INSPECAO\\_VISUAL\\_DE\\_OBRAS\\_DE\\_ENGENHARIA](https://www.researchgate.net/publication/317620960_APLICACAO_DE_METODOLOGIAS_DE_PROCESSAMENTO_DIGITAL_DE_IMAGENS_A_INSPECAO_VISUAL_DE_OBRAS_DE_ENGENHARIA). Acesso em: Outubro de 2019

BUFFI, Giulia et al. SURVEY OF THE RIDRACOLI DAM: UAV-BASED PHOTOGRAMMETRY AND TRADITIONAL TOPOGRAPHIC TECHNIQUES IN THE INSPECTION OF VERTICAL STRUCTURES. Geomatics, Natural Hazards And Risk, [s.l.], v. 8, n. 2, p.1562-1579, 24 ago. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19475705.2017.1362039>.

TSCHIEDEL, Arthur da Fontoura; OLIVEIRA, Vinícius Quadros de; PAIVA, Rodrigo Cauduro Dias de. UTILIZAÇÃO DE VANTS DE PEQUENO PORTE EM ESTUDOS DE ROMPIMENTO DE BARRAGENS. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017

GIRARD, Valérie et al. Methodes et techniques innovantes dans la maintenance et la réhabilitation des barrages et des digues: DIAGNOSTICS D'OUVRAGES PAR VECTEURS AERIENS ET SOUS-MARINS. 2018. Disponível em: [http://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/colloque2018\\_maintenance.pdf](http://www.barrages-cfbr.eu/IMG/pdf/colloque2018_maintenance.pdf). Acesso em: 26 out. 2019.

FARIA, Rodrigo Ribeiro de; COSTA, Marledo Egidio. A INSERÇÃO DOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULÁVEIS (DRONES) COMO TECNOLOGIA DE MONITORAMENTO NO COMBATE AO DANO AMBIENTAL. Revista Ordem Pública e Defesa Social, Santa Catarina, v. 8, n. 1, p. 81-103, jan. 2015.