

**Nº 177865**

**Drones em resposta a emergências geológica: sobre o uso de multirrotores no Morro do Macaco Molhado, Guarujá (SP)**

**Caio Pompeu Cavalhieri  
Marcelo Fischer Gramani  
Alexandre Muselli Barbosa**

*Palestra apresentado no:  
SIMPÓSIO IBERO-AFRO-  
AMERICANO DE RISCOS,  
PROCESSOS E VUNERABILIDADE  
GLOBAIS, AMEÇAS / RISCOS E  
ESTRATÉGIAS LOCAIS, 5., 2022,  
Colômbia. (on-line). 11 slide*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

**PROIBIDO REPRODUÇÃO**



# Drones em resposta a emergências geológicas: sobre o uso de multirrotores no morro do Macaco Molhado, Guarujá (SP)

Caio P. Cavallieri ([caiopc@ipt.br](mailto:caiopc@ipt.br))

Marcelo F. Gramani ([mgramani@ipt.br](mailto:mgramani@ipt.br))

Alexandre M. Barbosa ([muselli@ipt.br](mailto:muselli@ipt.br))

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil)**

21 a 23 de julho de 2022

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colômbia (Online)



# I. Padrão de dados em desastres

## Satélite



CBERS-4 tem banda  
pancromática com  
resolução de 5m

## Avião



Modelo com fuselagem  
adaptada e fotogrametria  
com resolução de 1m

# I. Padrão de dados em desastres

## Helicóptero



Imagens oblíquas e voos dependem de aeronave e piloto disponíveis

## Campo



A coleta de dados primários fica prejudicada por dificuldades de acesso



**RISCOS**  
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA  
DE RISCOS, PREVENÇÃO  
E SEGURANÇA



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Facultad del  
Medio Ambiente y  
Recursos Naturales



**RITA**  
REPOSICIÓN DE INVESTIGACIONES DE  
TERRITORIO



REPOSICIÓN DE  
DESARROLLO  
SUSTENTABLE  
CENTRO AMERICANO



1 2 9 0  
FACULDADE DE LETRAS  
UNIVERSIDADE D  
COIMBRA



EXPERIÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL  
INSTITUTO NACIONAL  
DE PROTEÇÃO CIVIL



**ENB**  
ESCOLA NACIONAL DE  
BOMBEIROS



PROTEÇÃO CIVIL  
MADEIRA



**NICIF**  
FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



REPÚBLICA PORTUGUESA

## II. Drones para coleta de dados

- Maior resolução espacial e temporal
- Independência na coleta de dados
- Registros oblíquos e ortogonais
- Acesso remoto às áreas



# III. Primeiras experiências



2013

DJI Phantom 1



2015

DJI Phantom 3



2017

DJI Inspire 1



**RISCOS**  
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA  
DE RISCOS, PREVENÇÃO  
E SEGURANÇA



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Facultad del  
Medio Ambiente y  
Recursos Naturales



RITA  
REDE DE INVESTIMENTOS EM  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



Mestrado em  
Engenharia de Desenvolvimento  
Sustentável

1 2 9 0  
FACULDADE DE LETRAS  
UNIVERSIDADE D  
COIMBRA



ENGENHARIA E PROTEÇÃO CIVIL  
UNIVERSIDADE NACIONAL



ENB  
ESCOLA NACIONAL DE  
BOMBEIROS



PROTEÇÃO CIVIL  
MADEIRA



NICIF  
FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



EFAPOR

# IV. Primeiro desastre (2017)



5cm/px em voo a 120m



**RISCOS**  
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA  
DE RISCOS, PREVENÇÃO  
E SEGURANÇA



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Facultad del  
Medio Ambiente y  
Recursos Naturales



RITA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



MESA DE TRABALHO  
PARA O DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL E GESTÃO AMBIENTAL



1 2 9 0  
FACULDADE DE LETRAS  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA



AGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL  
AUTORIDADE NACIONAL



ENB  
ESCOLA NACIONAL DE  
BOMBEIROS



PROTEÇÃO CIVIL  
MADEIRA



NICIF  
FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA



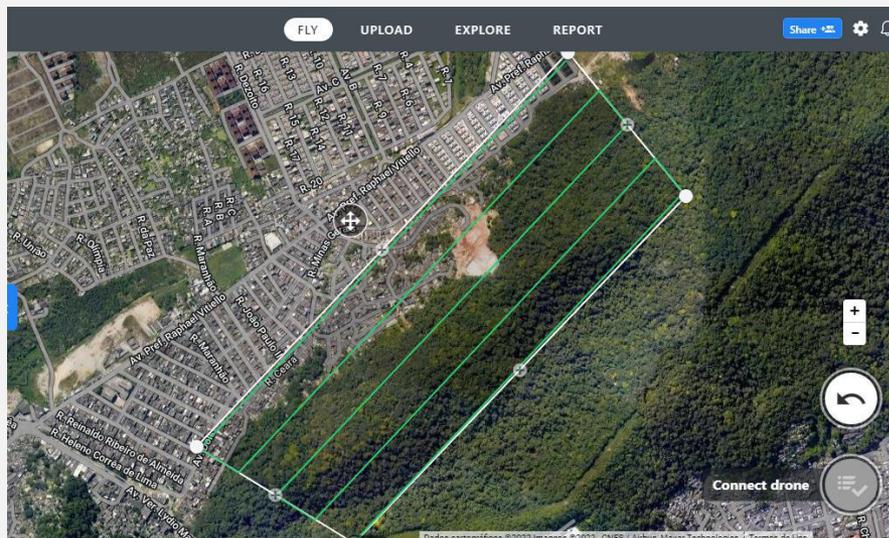
CÂMARA MUNICIPAL  
DE SÃO PAULO

# V. Morro do Macaco Molhado (2020)

- 200 mm em 12h
- Oito escorregamentos
- Mobilização de solo e rocha
- Nove vítimas



# V. Morro do Macaco Molhado (2020)



DJI Inspire 1

Plano de voo e processamento com Dronedeploy

— PERÍMETRO - ÁREA DE DESLIZAMENTO  
 □ 42 MORADIAS IDENTIFICADAS - IMAGEM GOOGLE EARTH (15/05/2019)

Antes



Depois



**PRÉFECTURA MUNICIPAL DE GUARUJÁ**  
 ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL DE GUARUJÁ  
**MORRO DO MACUCO MOLHADO**  
 UNICU

# VI. Desdobramentos

- Estimativa do volume de material mobilizado
- Definição do local aproximado de buscas
- Acompanhamento da recuperação



03/2020



12/2020

# VI. Desdobramentos

- Replicação em outros atendimentos
- Experimentos com novos modelos





**IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos**  
Processos e Vulnerabilidades Globais,  
Ameaças/Riscos e Estratégias Locais  
**21 a 23 de julho de 2022**  
Universidade Distrital Francisco José de Caldas,  
Colômbia (Online)

## **DRONES EM RESPOSTA A EMERGÊNCIAS GEOLÓGICAS: SOBRE O USO DE MULTIRROTORES NO MORRO DO MACACO MOLHADO, GUARUJÁ (SP)**

**Caio Pompeu Cavalhieri**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil)  
[caiopc@ipt.br](mailto:caiopc@ipt.br)

**Marcelo Fischer Gramani**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil)  
[mgramani@ipt.br](mailto:mgramani@ipt.br)

**Alexandre Muselli Barbosa**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Brasil)  
[muselli@ipt.br](mailto:muselli@ipt.br)

### **RESUMO**

Mesmo com a rápida popularização de drones, não é raro que ações de resposta a desastres geológicos ainda sejam balizadas predominantemente por dados coletados a partir de satélites, aviões, helicópteros e trabalhos de campo. Ocorre que o uso de dados levantados assim oferece limitações que dificultam o desenvolvimento de atendimentos emergenciais e monitoramentos de processos geológicos. De fato, as imagens ortogonais de satélites e aviões ainda hoje costumam ter resoluções (espacial e temporal) insuficientes para garantir o acompanhamento da evolução de processos de superfície. Quanto aos sobrevoos com helicóptero, a geração de imagens fica restrita a registros oblíquos, além de estar condicionada à disponibilidade da aeronave e do piloto. Por fim, em relação aos trabalhos de campo, são diversos os casos em que a coleta de dados fica comprometida por dificuldades de ordem prática como, por exemplo, a impossibilidade de acesso a determinadas áreas logo após precipitações intensas.

Para lidar com essas restrições, desde 2017 o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Brasil, vem utilizando drones multirrotores de pequeno porte em atendimentos emergenciais. A proposta deste trabalho em particular é apresentar como esse tipo de solução foi utilizado pelo Instituto no atendimento do desastre ocorrido em março de 2020 no Morro do Macaco Molhado, Guarujá (SP). Com um acumulado próximo de 200 mm em menos de 12 horas, as precipitações sobre encostas naturais e taludes de corte levaram a oito escorregamentos que mobilizaram volumes significativos de solo e rocha, vitimando nove pessoas. Após o acionamento feito pela Defesa Civil Estadual e com o cessar das precipitações, o IPT usou um drone DJI Inspire 1 V2.0 para fazer registros oblíquos e verticais. Em seguida, a ortofoto e o modelo digital foram gerados a partir de um site que realiza o pós-processamento das imagens verticais.

No geral, os produtos gerados a partir das imagens aéreas favoreceram o desenvolvimento de ações de resposta no Morro do Macaco Molhado. As imagens oblíquas destacaram-se por permitir a visualização do posicionamento das equipes de resgate e busca, algo que conferiu mais segurança aos envolvidos nesse tipo de operação. Já a ortofoto e o modelo digital serviram de base para: (i) orientar a busca de vítimas por quadrante; (ii) estimar o volume e a distribuição espacial do material mobilizado; (iii) avaliar os efeitos do impacto da massa sobre as moradias; e (iv) delimitar as áreas de atingimento e rotas de fuga.

**Palavras-chave:** drone, emergência, desastre.

**Panel:** 4- Geotecnologias adequadas para gestão de riscos

**Modo de apresentação:** Oral