

Drone e fotogrametria digital em geologia de engenharia e ambiental

Daniel Seabra Nogueira Alves Albarelli

Caio Pompeu Cavalhieri

*Palestra on-line apresentada no : Bate Papo ABGE Papo Jovem.
66 slides*

*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, APENAS CONSULTA***



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
GEOLOGIA DE ENGENHARIA E
AMBIENTAL - COMITÊ DE JOVEM

Drone e fotogrametria digital em geologia de engenharia e ambiental

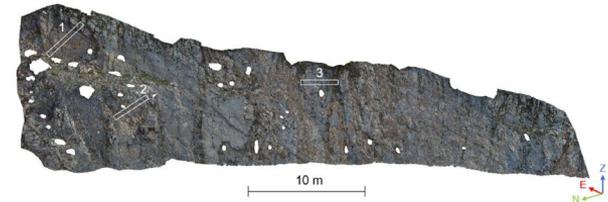
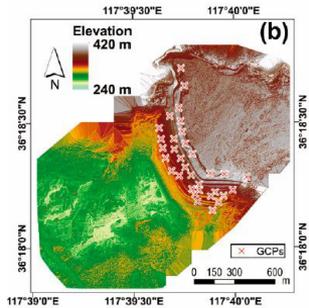
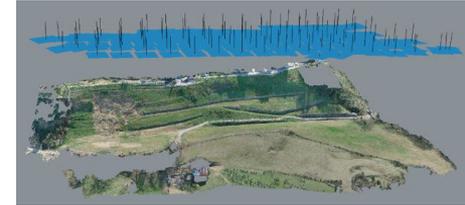
Bate papo ABGE Jovem
Dezembro de 2021

Daniel Seabra N. A. Albarelli
Caio Pompeu Cavalhieri

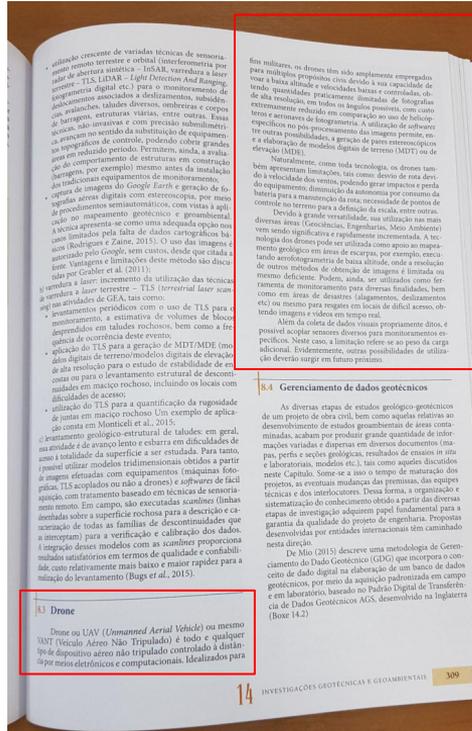
Sumário do Bate-papo



- Introdução
- Conceitos básicos
- Drones
- Aplicações:
 - Deslizamento de terra
 - Queda de bloco de rochas
 - Barragem
 - Outras aplicações
- Comentários gerais
- Vamos conversar ?



Introdução



fins militares, os drones têm sido amplamente empregados para múltiplos propósitos civis devido à sua capacidade de voar a baixa altitude e velocidades baixas e controladas, obtendo quantidades praticamente ilimitadas de fotografias de alta resolução, em todos os ângulos possíveis, com custo extremamente reduzido em comparação ao uso de helicópteros e aeronaves de fotogrametria. A utilização de *softwares* específicos no pós-processamento das imagens permite, entre outras possibilidades, a geração de pares estereoscópicos e a elaboração de modelos digitais de terreno (MDT) ou de elevação (MDE).

Naturalmente, como toda tecnologia, os drones também apresentam limitações, tais como: desvio de rota devido à velocidade dos ventos, podendo gerar impactos e perda do equipamento; diminuição da autonomia por consumo da bateria para a manutenção da rota; necessidade de pontos de controle no terreno para a definição da escala, entre outras.

Devido à grande versatilidade, sua utilização nas mais diversas áreas (Geociências, Engenharia, Meio Ambiente) vem sendo significativa e rapidamente incrementada. A tecnologia dos drones pode ser utilizada como apoio ao mapeamento geológico em áreas de escarpas, por exemplo, executando aerofotogrametria de baixa altitude, onde a resolução de outros métodos de obtenção de imagens é limitada ou mesmo deficiente. Podem, ainda, ser utilizados como ferramenta de monitoramento para diversas finalidades, bem como em áreas de desastres (alagamentos, deslizamentos etc) ou mesmo para resgates em locais de difícil acesso, obtendo imagens e vídeos em tempo real.

Além da coleta de dados visuais propriamente ditos, é possível acoplar sensores diversos para monitoramentos específicos. Neste caso, a limitação refere-se ao peso da carga adicional. Evidentemente, outras possibilidades de utilização deverão surgir em futuro próximo.

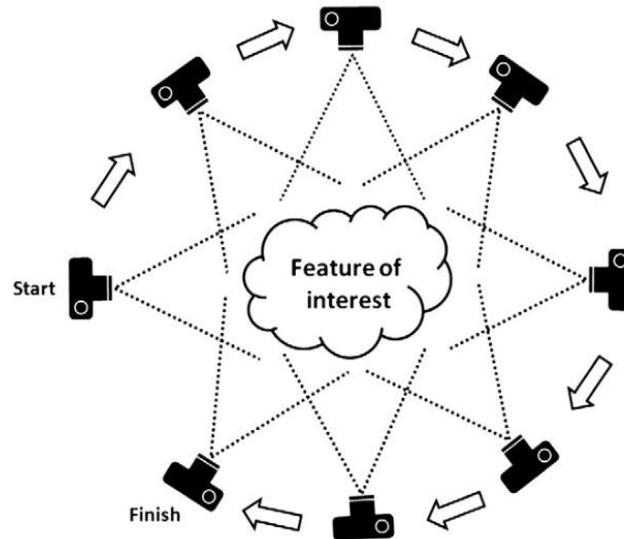




Conceitos básicos: fotogrametria e produtos gerados

Conceitos básicos - Fotogrametria

- Etimologia: luz + descrição + medidas = a arte de extrair forma, dimensão e posição dos objetos
- Permite a conversão de dados 2D para 3D, a partir de uma série de imagens sobrepostas



Conceitos básicos - Fotogrametria

- Etimologia: luz + descrição + medidas = a arte de extrair forma, dimensão e posição dos objetos
- Permite a conversão de dados 2D para 3D, a partir de uma série de imagens sobrepostas

Classificação baseada em :

- Dados de entrada e método de processamento:
 - Analógica
 - Analítica
 - **Digital**
- Algoritmos:
 - Shape from Stereo
 - **SfM-MVS**
- Posicionamento do sensor:
 - Terrestre
 - **Aérea**
 - Orbital
- Distância do sensor ao objeto:
 - Long range – Longa distância
 - Close range – Curta distância
- Inclinação do sensor:
 - Imagens verticais
 - Imagens oblíquas

Conceitos básicos - Fotogrametria

Objetivos:

- Reduzir trabalho de campo
- Segurança
- Reduzir tempo de obtenção

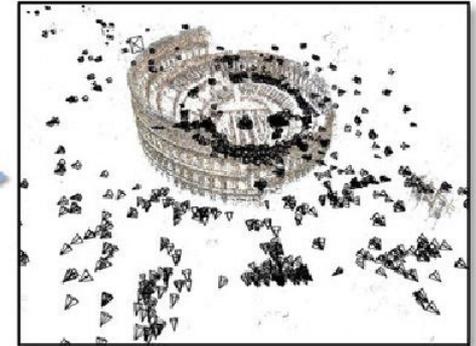
Sistema bidimensional



Sistema fotográfico

Snavey (2007)

Sistema tridimensional



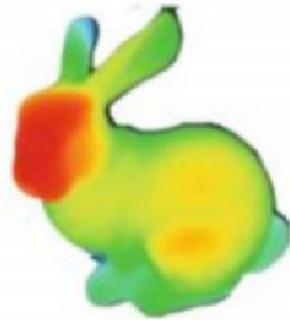
Espaço-objeto

Reconstrução
automática

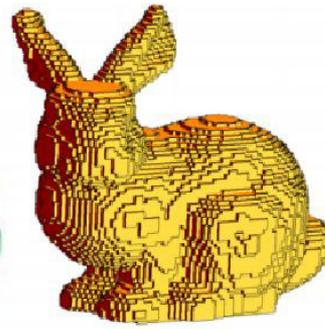
Conceitos básicos - Produtos gerados



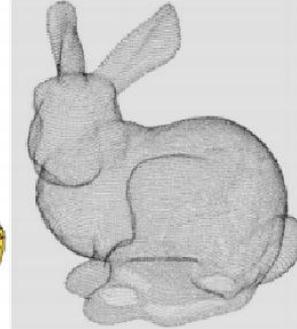
(a) Original



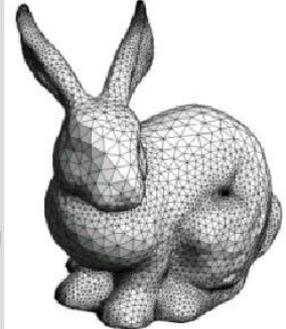
(b) Mapa de profundidade



(c) Voxel



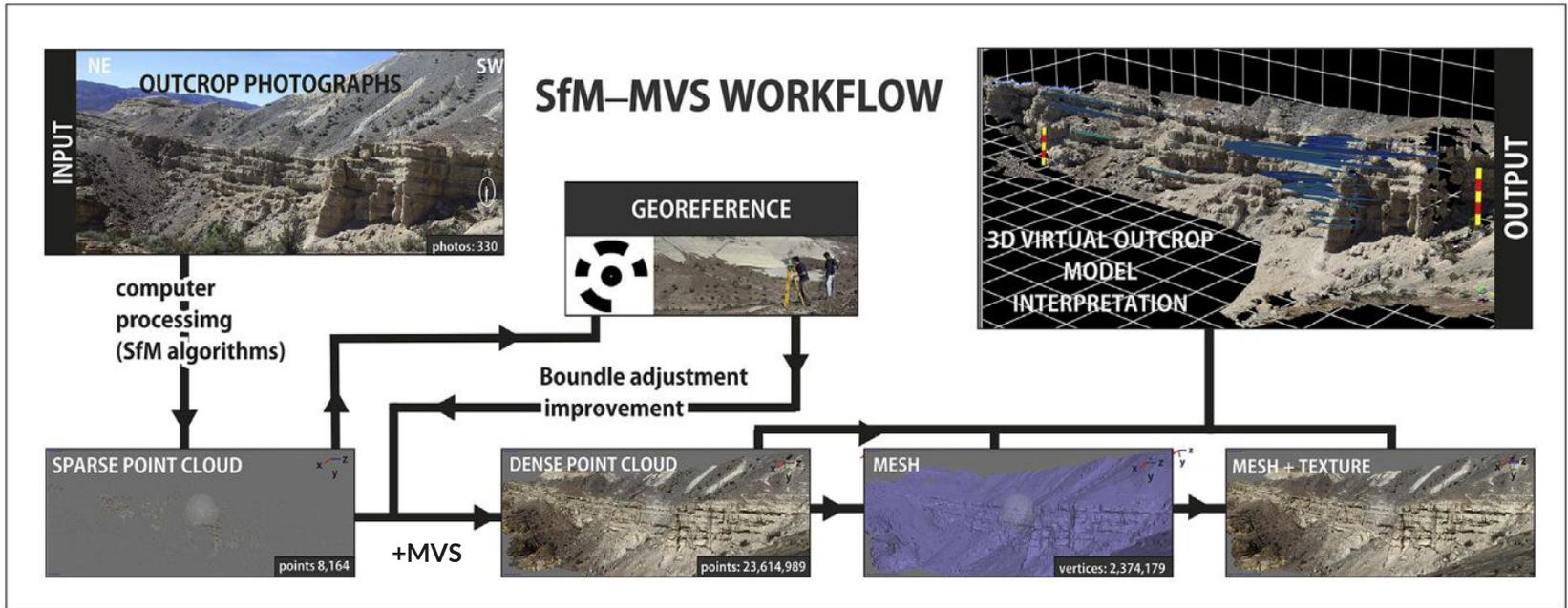
(d) Nuvem de pontos



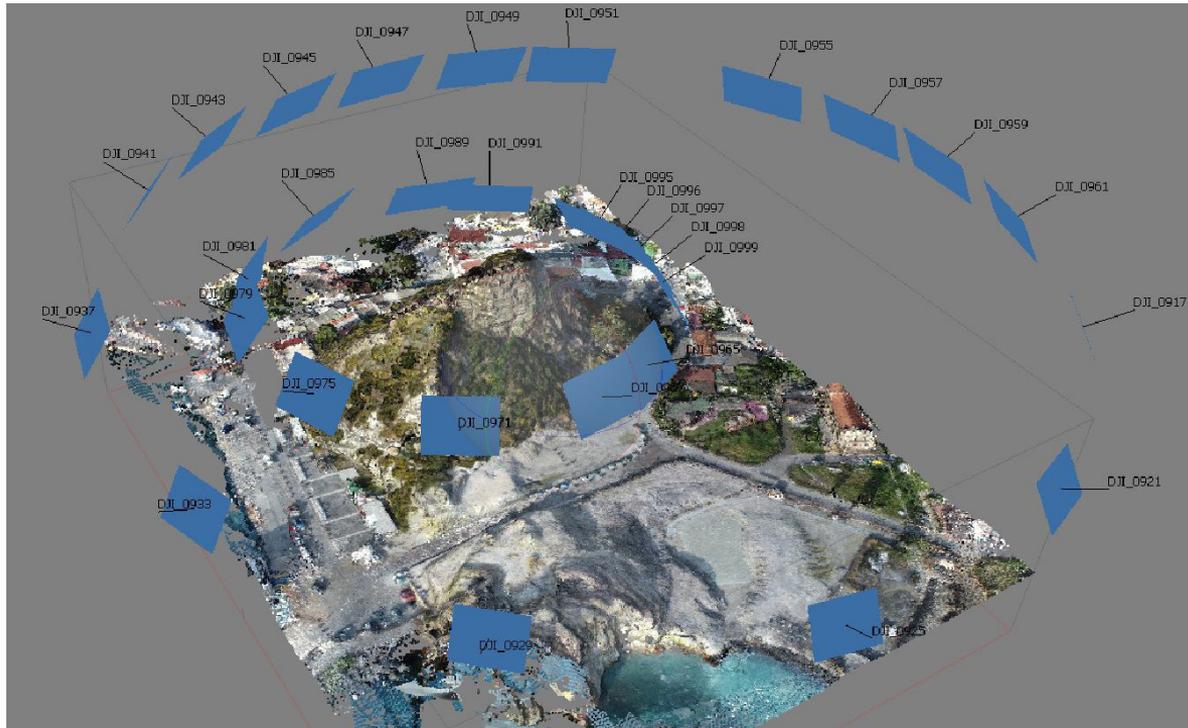
(e) Malha

Viana (2021)

Conceitos básicos - SfM-MVS



Conceitos básicos - Produtos gerados



Conceitos básicos - Programas

Proprietários:

- 3DF Zephyr
- Recap Photo
- **Agisoft Metashape (Antigo Photoscan)**
- Reality Capture
- **Pix4D**

Abertos:

- **OpenDroneMap**
- Regard3D
- AliceVision Meshroom
- COLMAP
- **VisualSFM**
- OpenMVG
- MultiViewEnvironment
- **MicMac**



Drones: modelos & peculiaridades

IPT e multirrotores



2013
DJI Phantom 1



2019
DJI Inspire 1 V2.0



2021
DJI Phantom 4 Advanced

IPT e multirrotores



2020

DJI Phantom 4 Multispectral

2021
Parrot Anafi
Thermal



2021
DJI Mavic
Mini



Linha DJI



Marca: Ford, DJI...

Modelo: Ka, Phantom...

Geração: 2006, 3ª...

Adicionais: vidro elétrico, pro...

DJI Phantom 3 Professional

- Conexão com satélites
- Câmera integrada
- 1,280 kg
- Mochila para transporte
- Apps gratuitos



Decolagem e pouso



Apoio da
Defesa Civil

Evitar superfícies
irregulares ou inclinadas



Seleção da área
mais alta

Isolamento do
drone e do piloto



Durante o voo



Controle visual do drone 100% do tempo



Atenção a mudanças repentinas no tempo

Atenção aos níveis de bateria



Atenção a necessidade de decolagem e pouso em superfícies inclinadas ou irregulares



App de voo manual



DJI GO--For products before P4



nº de satélites conectados

Nível de bateria

Decolagem

Pouso

Altura em relação
à decolagem



Foto
ou vídeo

Localização
em tempo
real

Agentes externos



Voo sob forte
influência de vento





Aplicações na geologia de engenharia e ambiental

Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

ICL/IPL Activities

Landslides (2018) 15:1045–1052
DOI 10.1007/s10346-018-0978-0
Received: 3 November 2017
Accepted: 13 March 2018
Published online: 28 March 2018
© The Author(s) 2018

Guglielmo Rossi · Luca Tanteri · Veronica Tofani · Pietro Vannocci · Sandro Moretti · Nicola Casagli

Multitemporal UAV surveys for landslide mapping and characterization

Acesso aberto

Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

Área de estudo



Landslide 2 (LS2)
(30 Março 2016)

Landslide 1 (LS1)
(1 Março 2016)

Estroncas de madeira

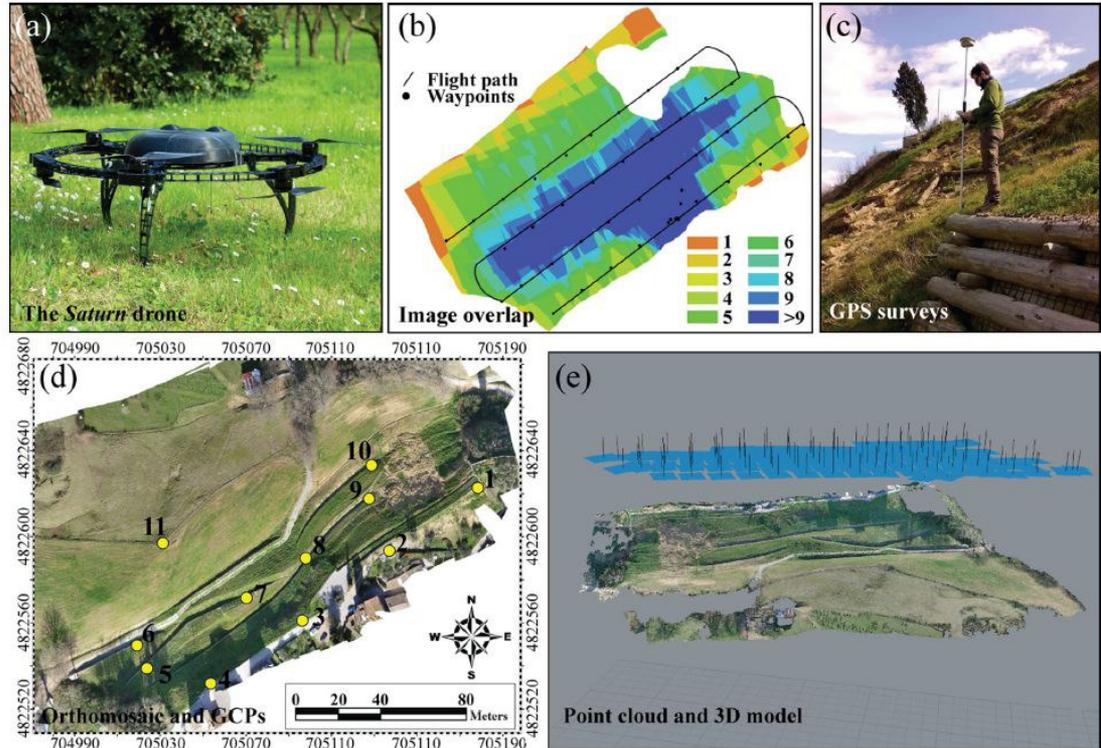
Rossi et al (2018)

Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

Levantamento de campo

a. Drone Saturno:

- Nova estrutura circular ao invés de radial
- Flexibilidade no uso dos sistemas de propulsão (3,4,6)
- Sistemas eletrônicos à prova d'água para voos em quaisquer condições climáticas
- Peso ≤ 25 kg
- Autonomia: até 30 min
- Carga: até 10 kg



Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

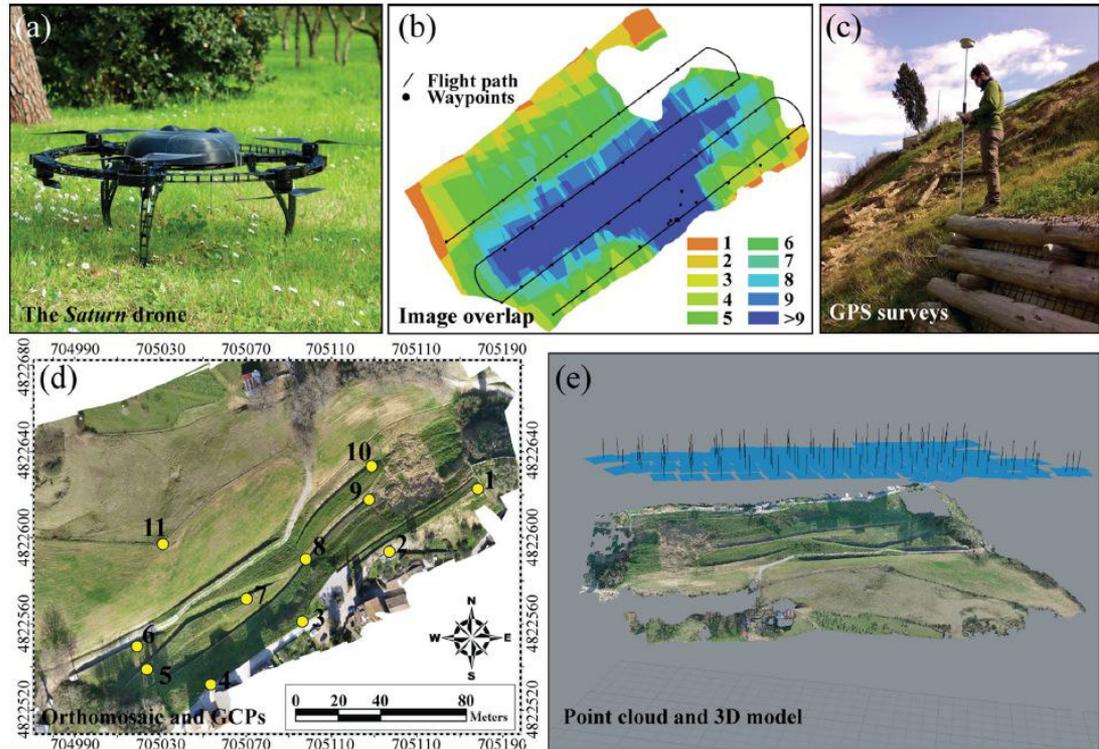
Levantamento de campo

b. Plano de voo automático:

- Altura: 70 m do topo do talude
- Sobreposição frontal: 60%
- Sobreposição lateral: 50%
- Área azul: maior sobreposição
- Ground sampling distance (GSD): 2 cm/pix

c. Pontos de controle:

- 5 a 18 total
- Distribuídos de forma homogênea
- Acurácia de 3 cm



Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

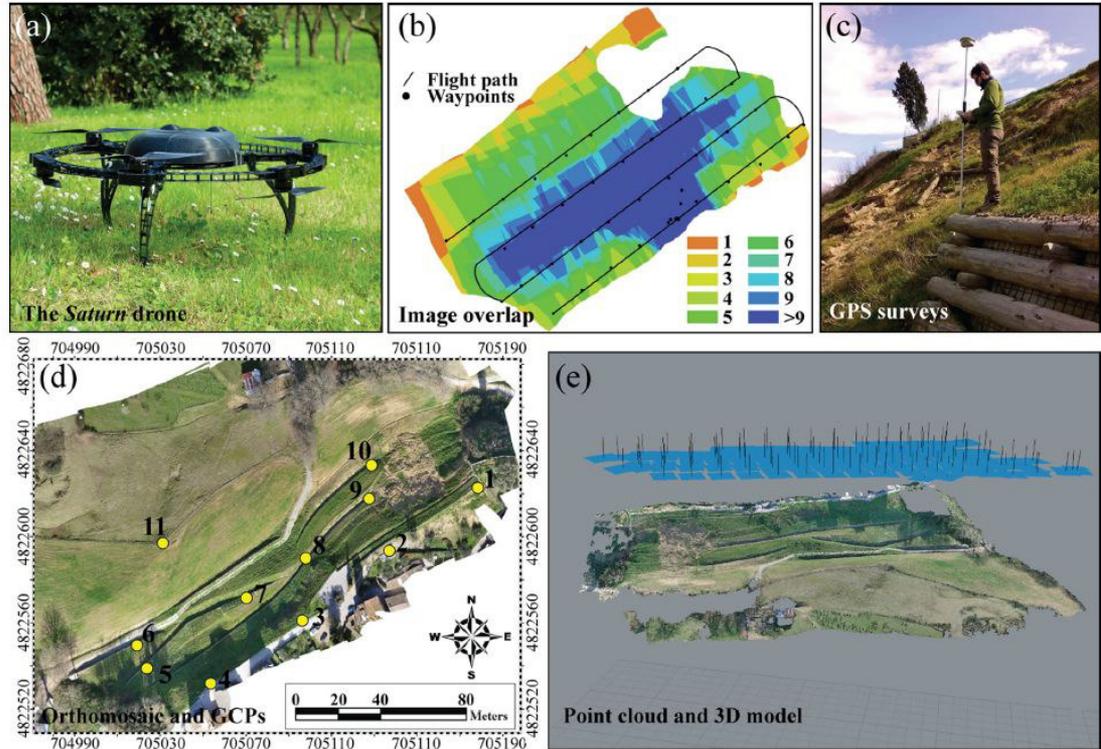
Levantamento de campo

d. Ortomosaico:

- GSD (Resolução): 2 cm/pixel

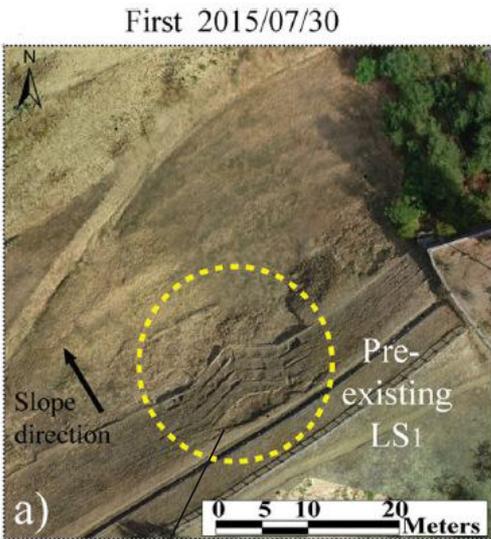
e. Nuvem de pontos:

- 100 milhões de pontos
- Remoção dos pontos correspondente a vegetação (20 a 40 cm de altura)
- GSD (Resolução): 2 cm/pixel

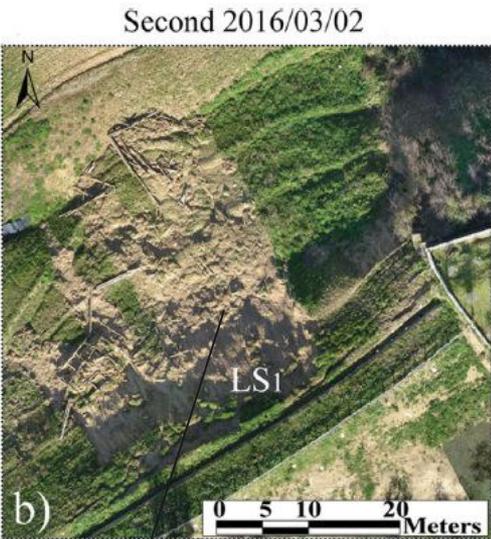


Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

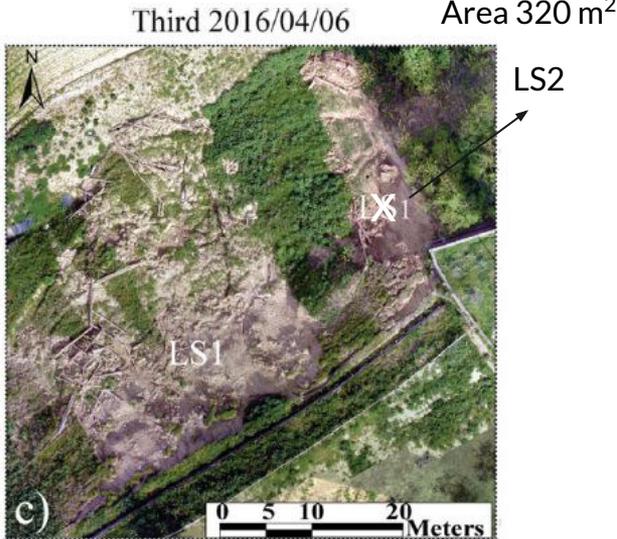
Ortomosaicos das 3 campanhas de levantamento aerofotogramétrico



Área 480 m²



Área 1250 m²

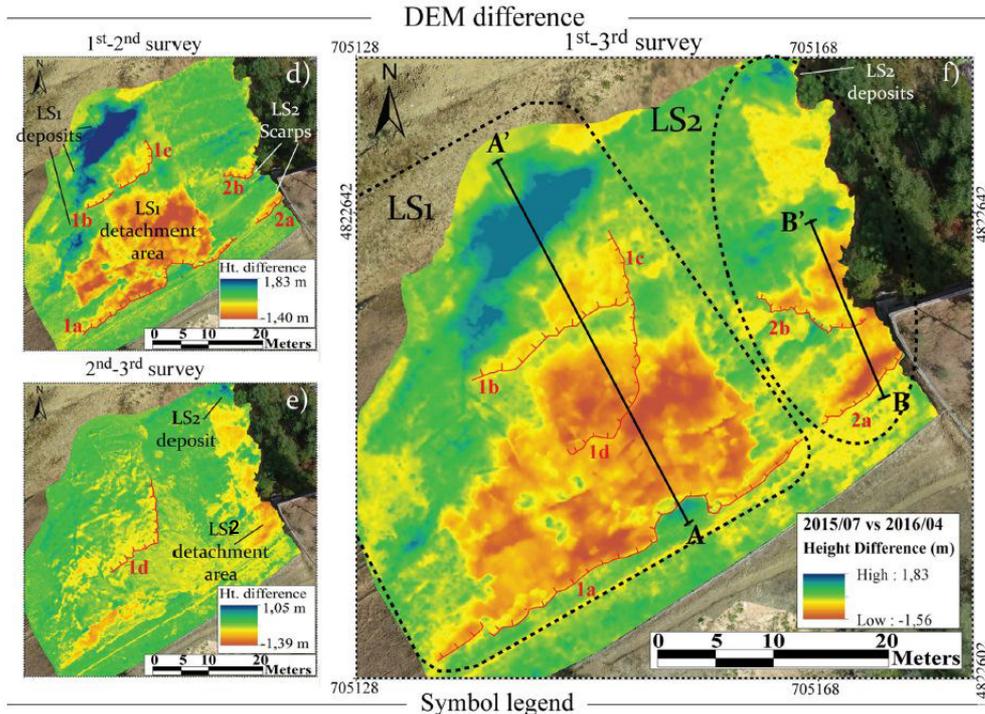


Rossi et al (2018)

Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

Modelo Digital de Terreno (MDT)

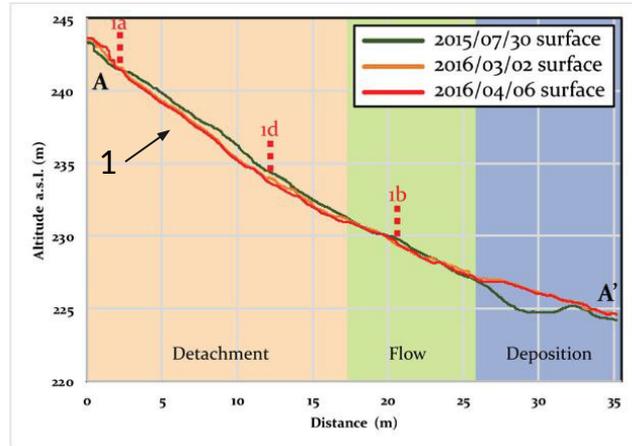
- Subtração MDTs = desprendimento e acúmulo
- Feições de escarpa
- Volume LS1 = $480 \pm 150 \text{ m}^3$
- Volume LS2 = $70 \pm 8 \text{ m}^3$



Mapeamento e caracterização de deslizamento de terra

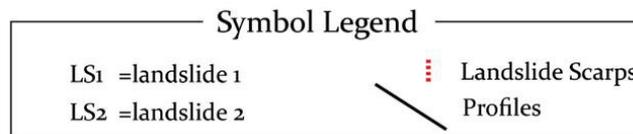
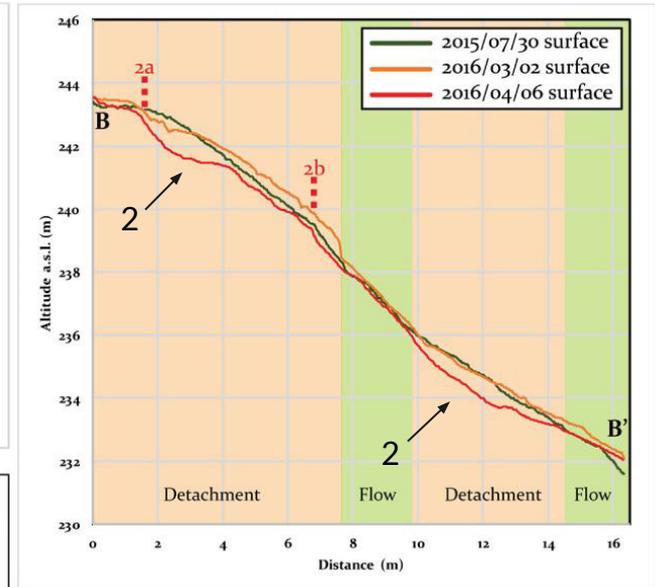
AA' - LS1

1. Superfície de escorregamento planar rasa
1. Profundidade 60 a 70 cm



BB' - LS2

2. Superfícies de escorregamento roto-translacional, mais profunda



Rossi et al (2018)

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Bulletin of Engineering Geology and the Environment (2021) 80:6539–6561
<https://doi.org/10.1007/s10064-021-02306-2>

ORIGINAL PAPER



Identification of potential rockfall sources using UAV-derived point cloud

D. S. N. A. Albarelli¹  · O. C. Mavrouli¹  · P. Nyktas¹ 

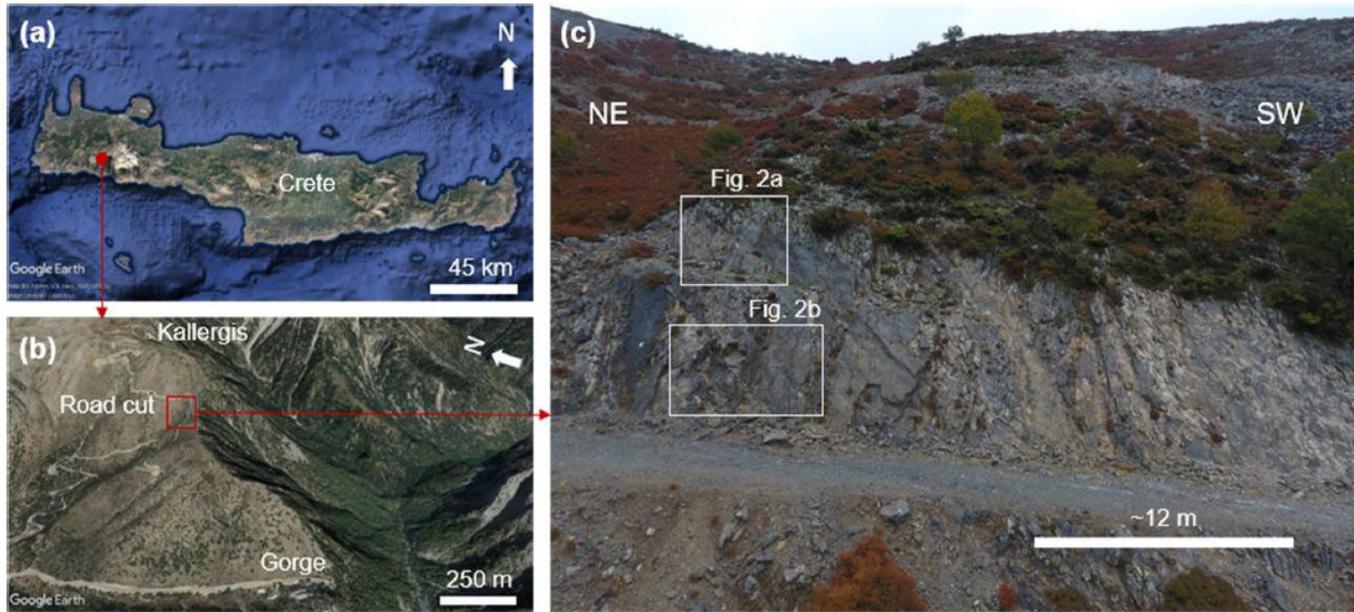
Acesso aberto

Received: 18 November 2020 / Accepted: 24 May 2021 / Published online: 5 June 2021
© The Author(s) 2021

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Área de estudo

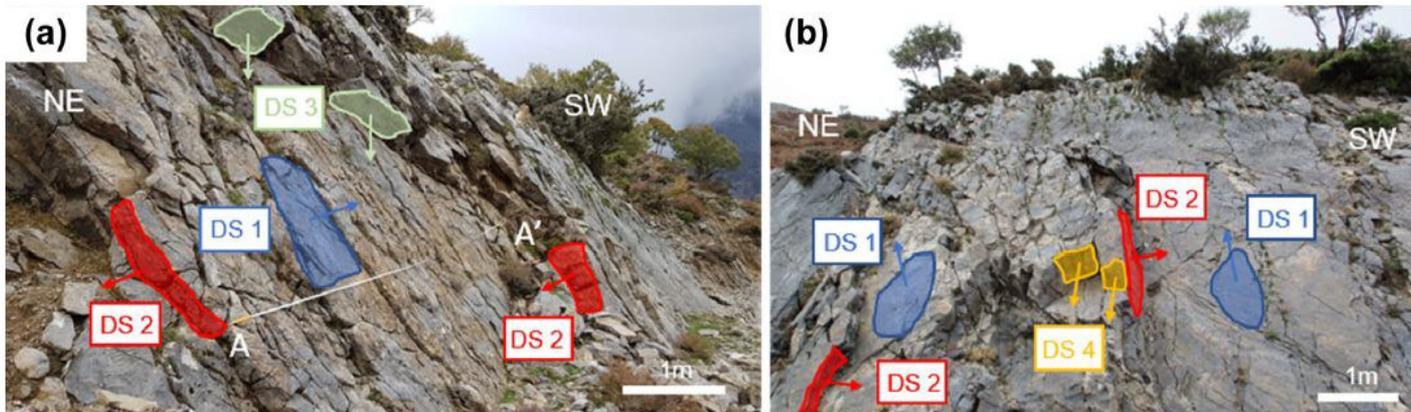
- Ilha de Creta
- Samaria Gorge



Albarelli *et al* (2021)

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Área de estudo - dados de campo para validação



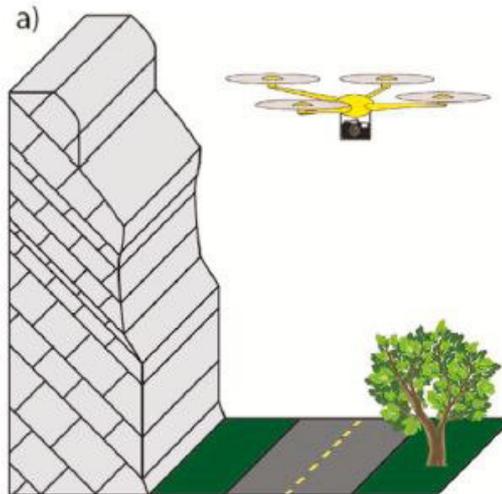
Albarelli et al (2021)

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Construção do modelo 3D

■ Aquisição das fotos:

- 236 fotos oblíquas
- Voo manual
- Exclusão fotos borradas

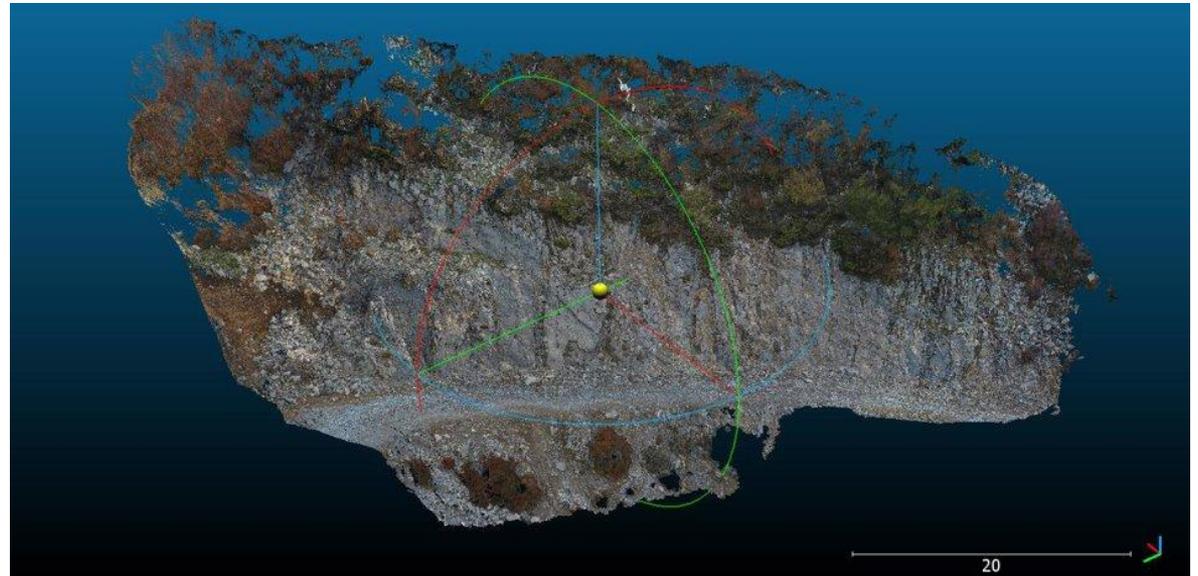


DJI Phantom 4

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Construção do modelo 3D

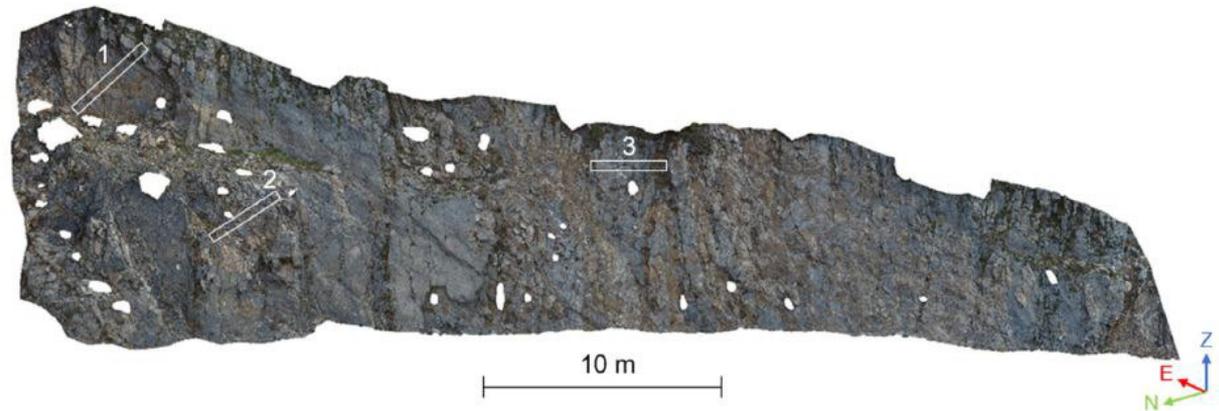
- Aquisição das fotos
- Modelo 3D nuvem de pontos
- Processamento do modelo



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Construção do modelo 3D

- Aquisição das fotos
- Modelo 3D nuvem de pontos
- Processamento do modelo



Albarelli et al (2021)

Susceptibilidade de queda de blocos de rocha

Caracterização das descontinuidades

- Quantidade
- Atitude
- Espaçamento
- Persistência

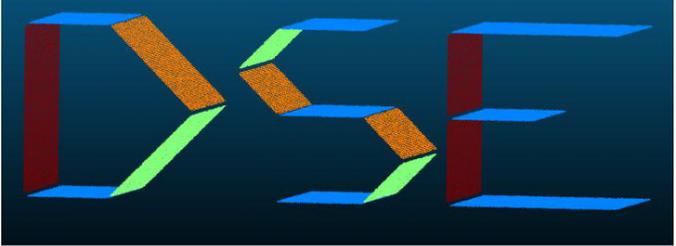
ESPAÑOL VALENCIÀ ENGLISH

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Personal website of Adrian Riquelme Guill

- Home
- Teaching
 - Subjects taught
 - MSc supervised projects
 - Project UA-ESPOL
 - Course RM 2015
 - New
 - New
 - New
- Research
 - Method detection discontinuities through 3D point clouds
 - Discontinuity spacing through 3D datasets
 - Characterization of rock slopes through slope mass rating using 3D point clouds
 - Study of persistence of discontinuities through 3DPC
- Open source software
 - [Discontinuity Set Extractor software](#)
 - SMRTool
- About

Discontinuity Set Extractor software



Description

- Discontinuity Set Extractor (DSE) is programmed by Adrián Riquelme for testing part of his PhD studies. Its aim is to extract discontinuity sets from a rock mass. The input data is a 3D point cloud, which can be acquired by means of a 3D laser scanner (LiDAR or TLS), digital photogrammetry techniques (such as SfM) or synthetic data. It applies [a proposed methodology](#) to semi-automatically identify points members of an unorganised 3D point cloud that are arranged in 3D space by planes.
- Discontinuity Set Extractor (DSE) is an open source software program in MATLAB. It can currently run on Windows, MAC or Linux.
- You can download the source files to execute them from its [Github website](#).
- You are free to use them for any purposes, including commercially or for education. Please remember to cite this software using the provided reference at the end of this website. This freedom is being defined by the [GNU General Public License \(GPL\)](#).
- Please, feel free to make questions, report bugs or make suggestions using the [Github Issues interface](#).

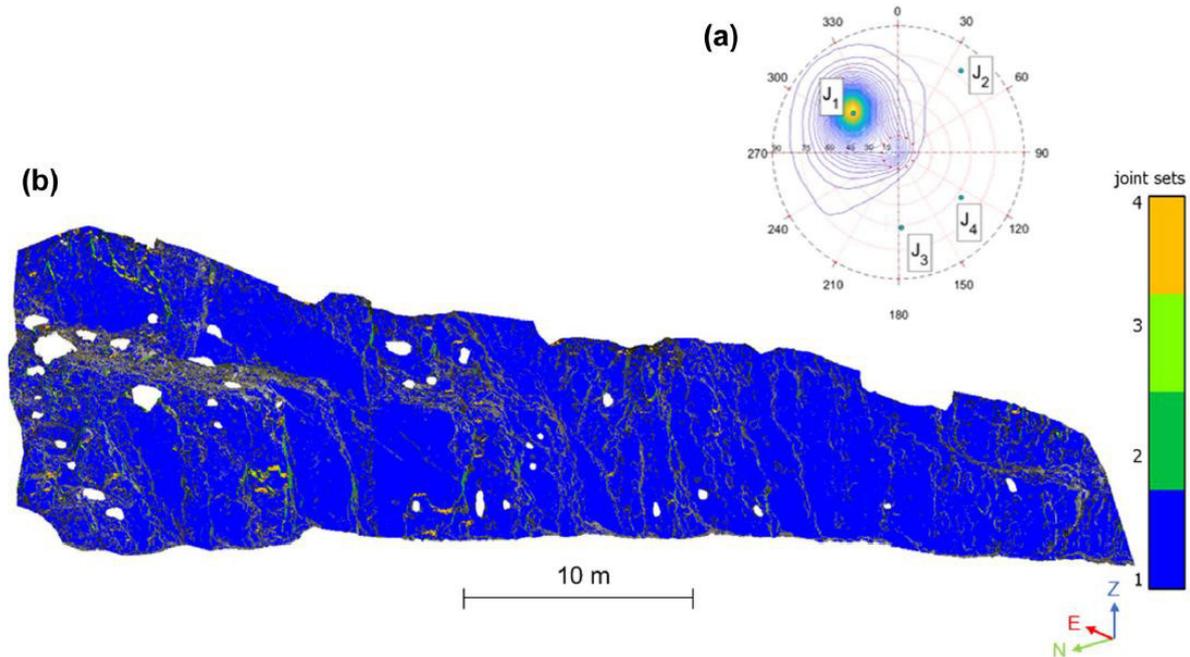
Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Caracterização das descontinuidades

■ Numero de famílias: 4

■ Atitude:

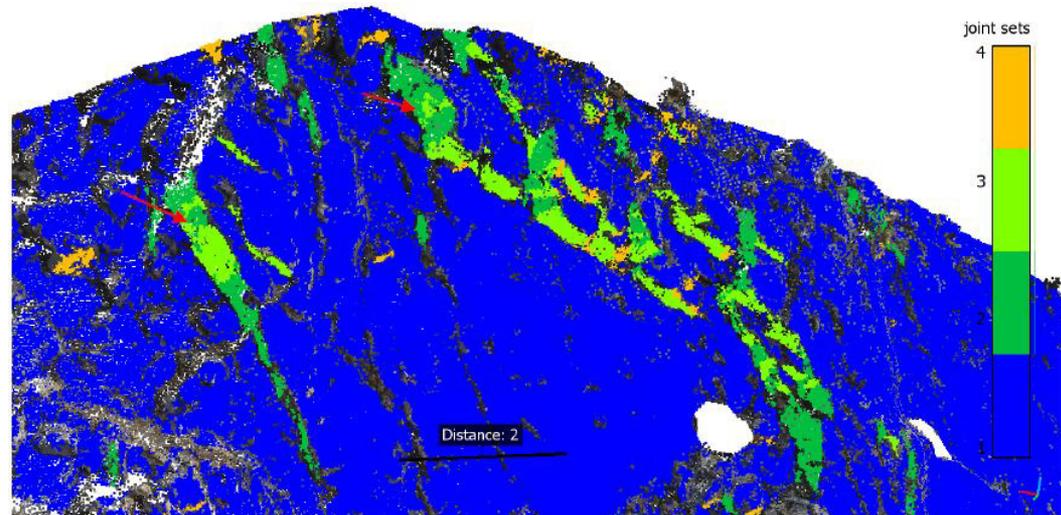
- 311/51
- 38/78
- 178/62
- 126/63



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Caracterização das discontinuidades

- Numero de famílias
- Atitude

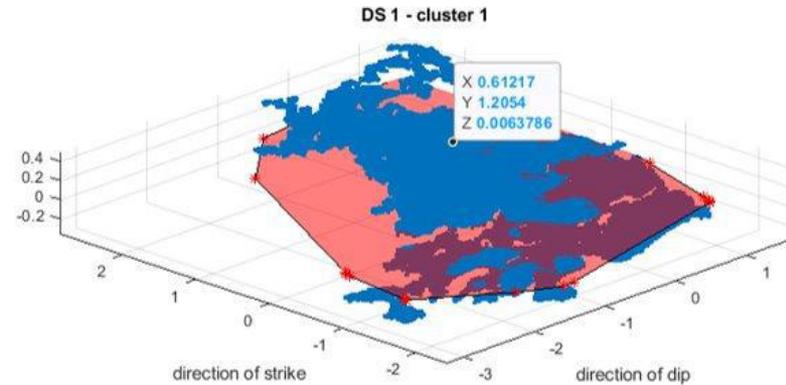


Albarelli (2020)

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Caracterização das discontinuidades

■ Persistência

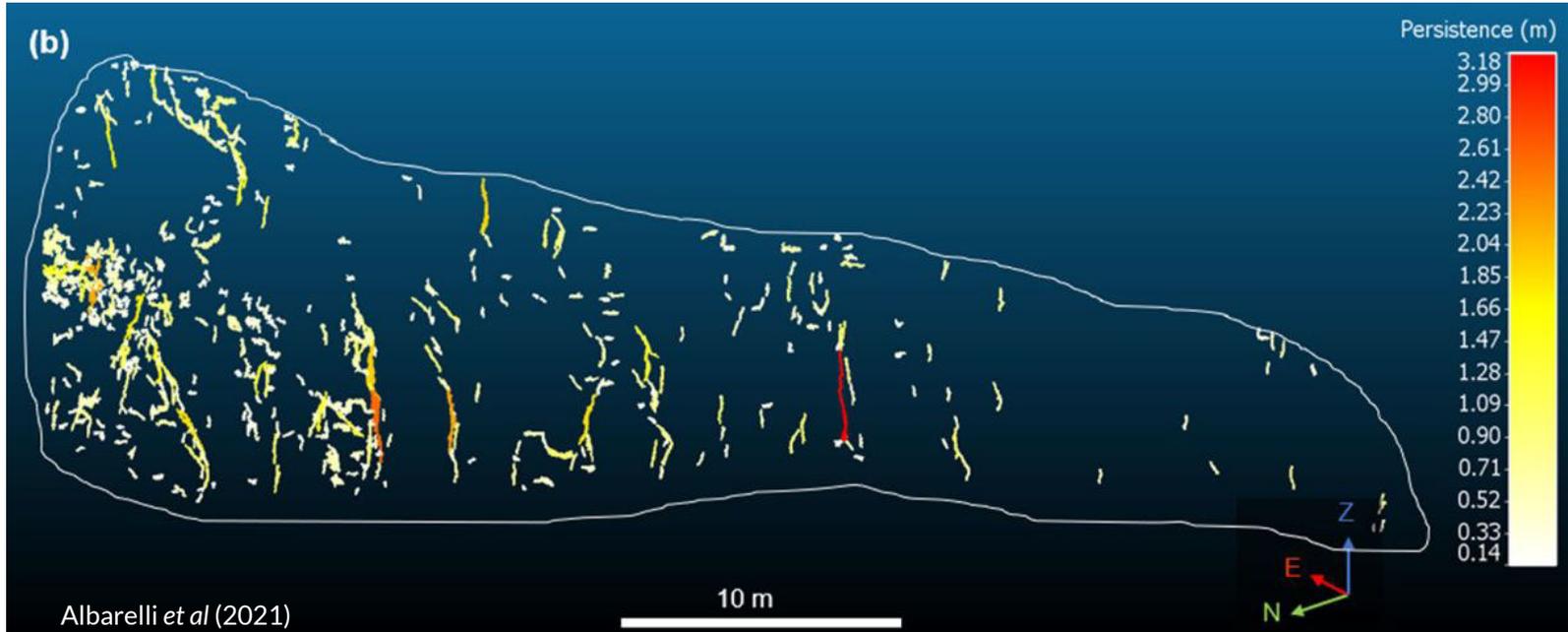


JS	cluster	area (m ²)	Persistence (m)		
			dip	Strike	max
1	1	18.36	4.84	5.26	6.37

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Visualização em 3D das características das descontinuidades

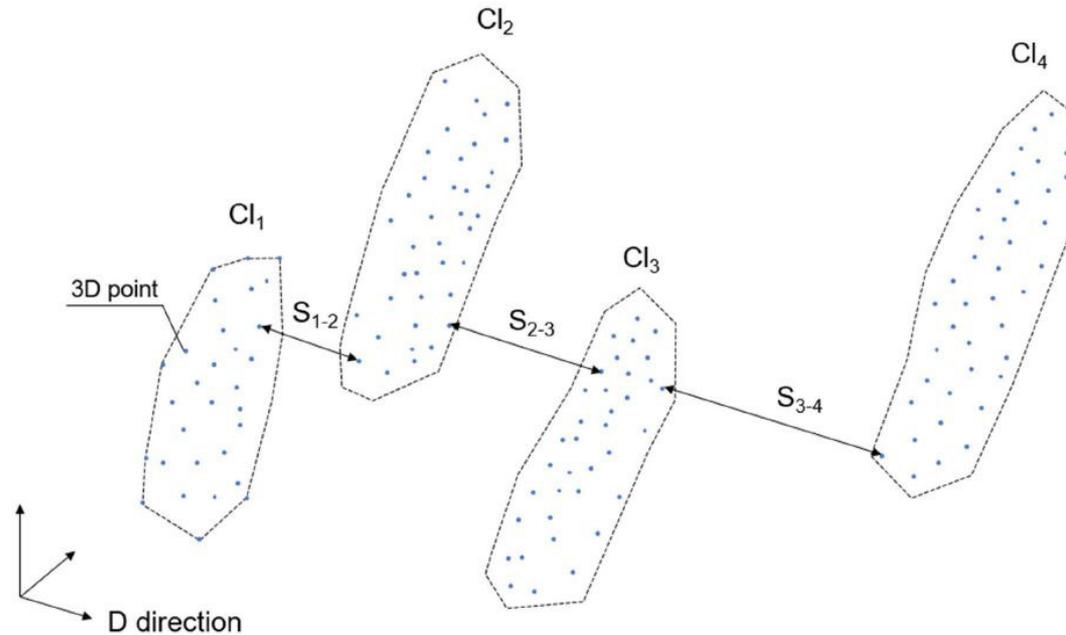
- Persistência



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Caracterização das discontinuidades

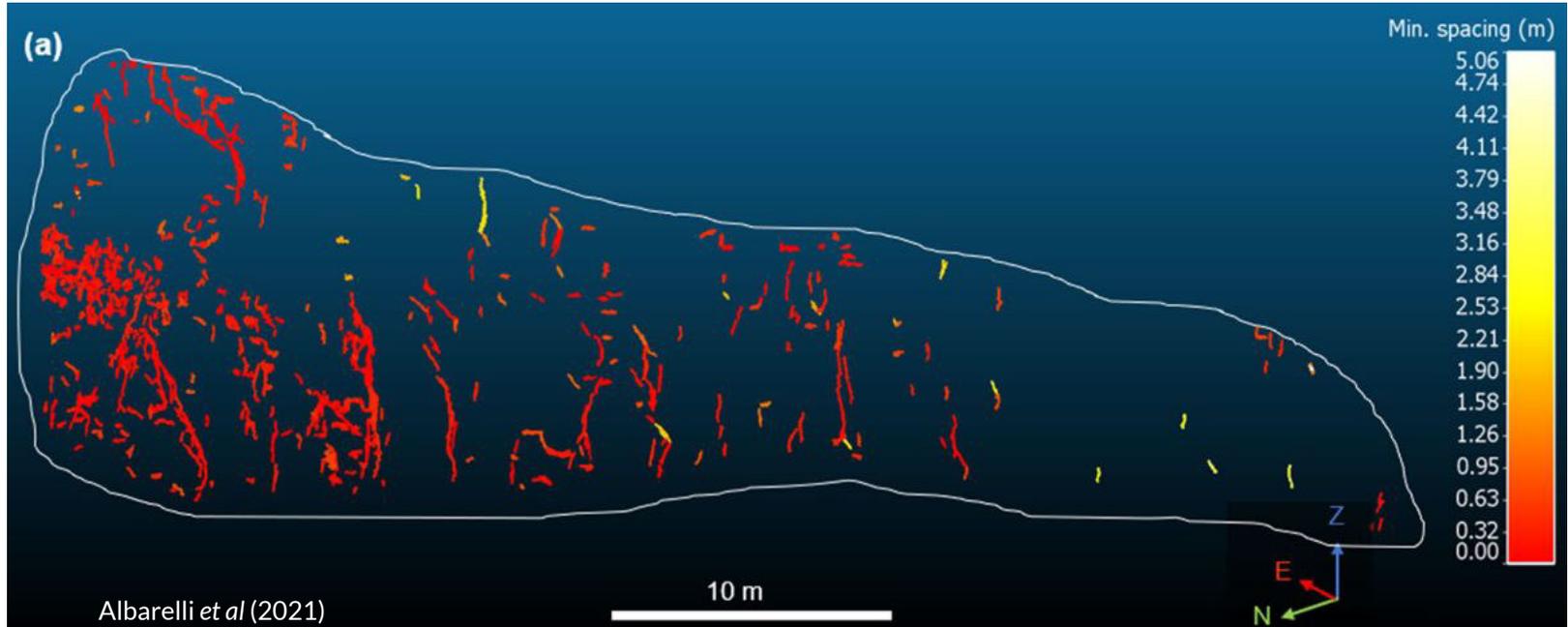
- Espaçamento



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Visualização em 3D das características das descontinuidades

- Espaçamento



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Slope Mass Rating index - SMR de Romana 1993

$$SMR = RMR_b + (F_1 \times F_2 \times F_3) + F_4$$

■ UCS

■ RQD

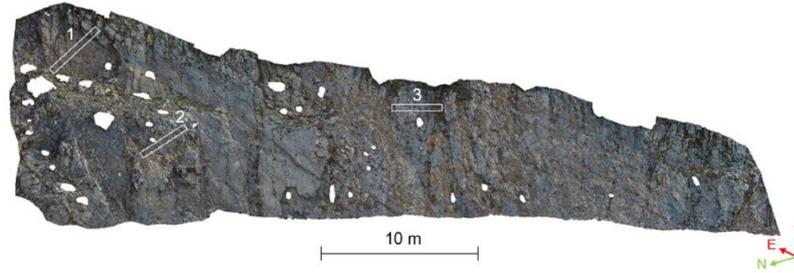
■ Espaçamento

■ Condição das descontinuidades

■ Água subterrânea

■ Fatores de ajuste

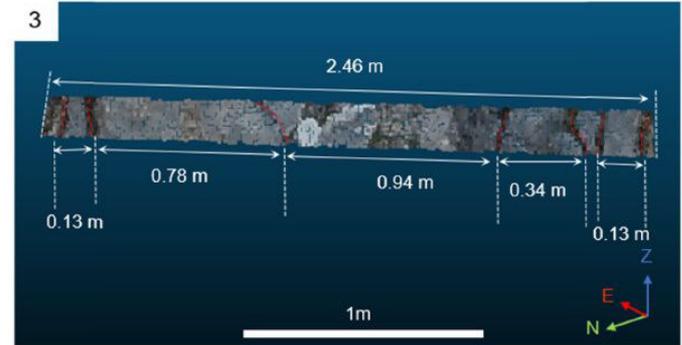
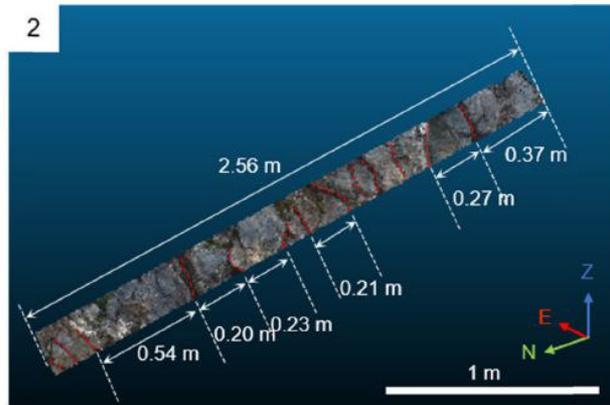
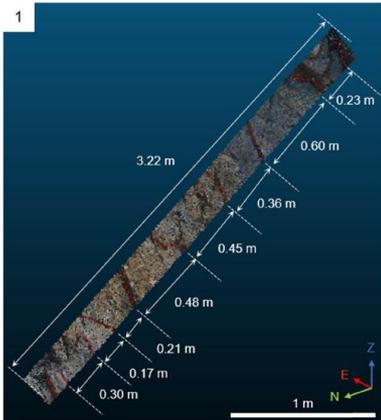
Suscetibilidade de queda de blocos de rocha



$$RQD = 110 - 2.5J_V$$

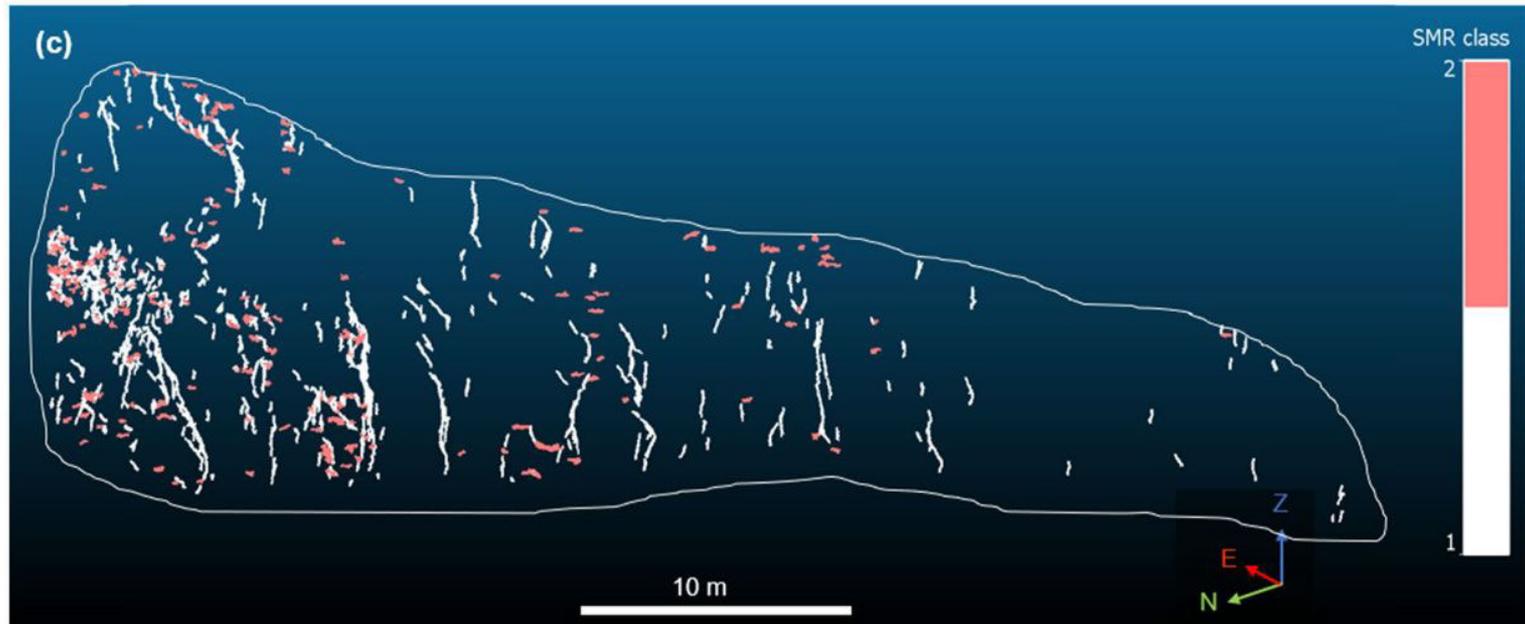
$$J_V = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \dots + \frac{1}{S_n}$$

■ RQD



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Visualização em 3D do SMR de Romana (1993)



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

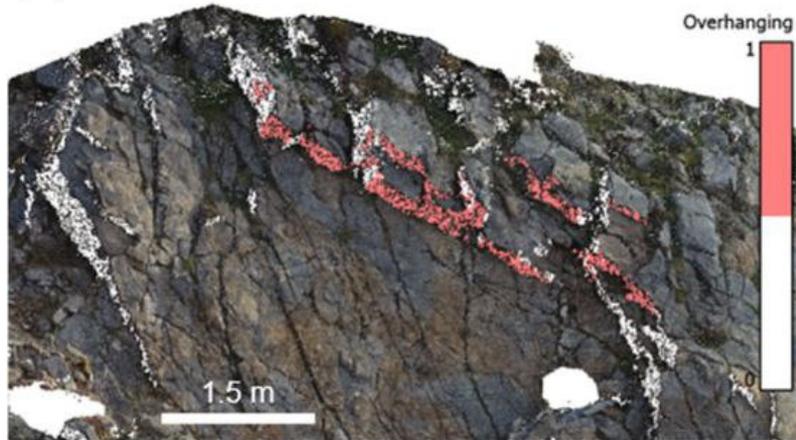
Presença de *overhangs* (falta de sustentação)



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Visualização em 3D de *overhangs*

(b)



(c)



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

$$I_{Rockfall\ Susceptibility} = I_{Spacing} + I_{Persistence} + I_{SMR} + I_{Overhanging}$$

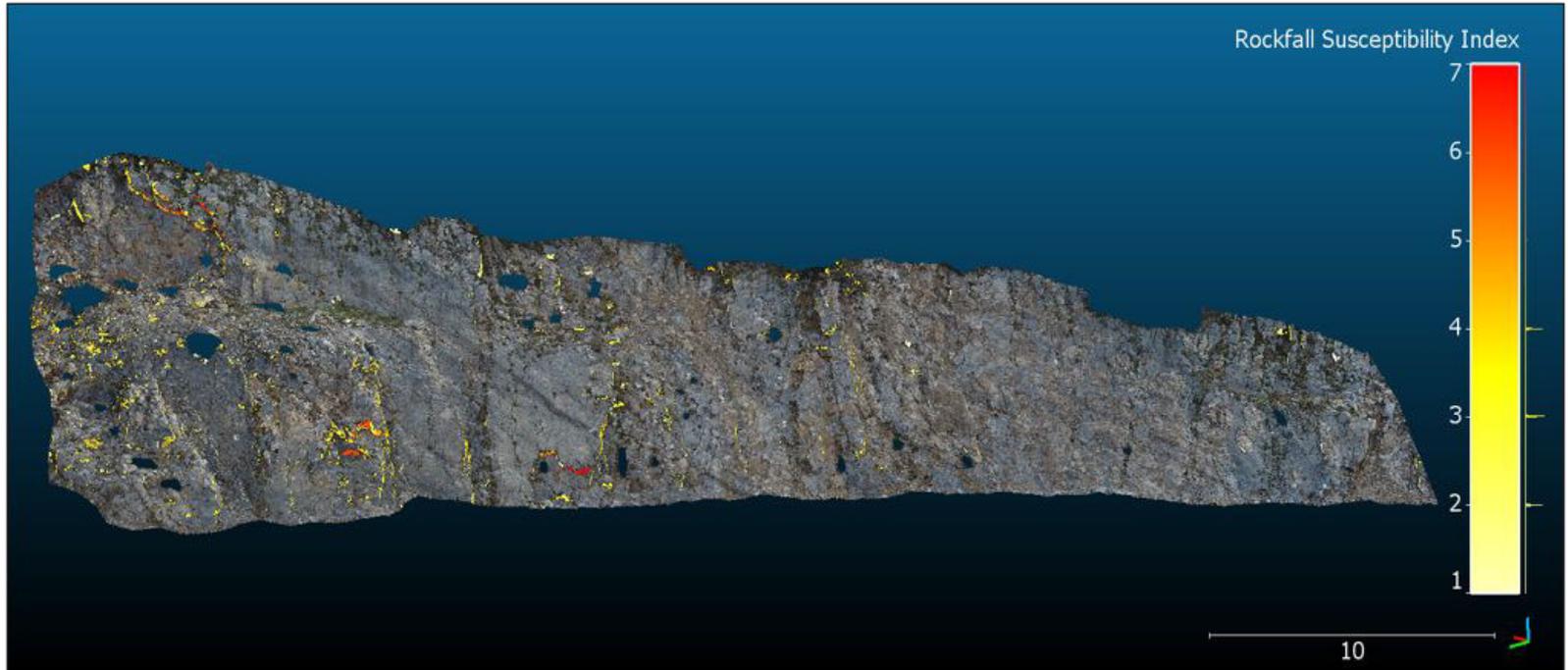
(0 a 8)
(0 a 2 cada)

Indicators	Scores		
	High (2)	Moderate (1)	Low (0)
I_S	< 0.50 m	0.50–1 m	> 1 m
I_P	> 1 m	1–0.50 m	< 0.50 m
I_{SMR}	Classes VI and V	Classes II and III	Class I
I_O	Present	n.a	Absent

n.a. not applicable

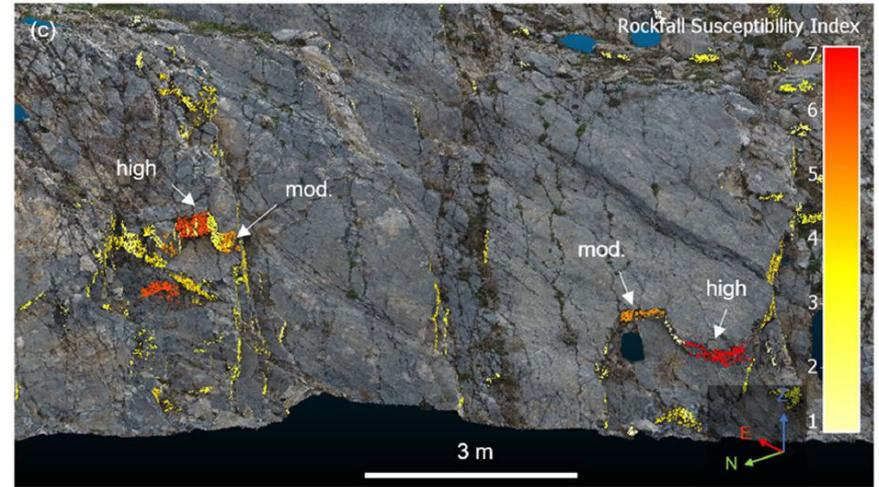
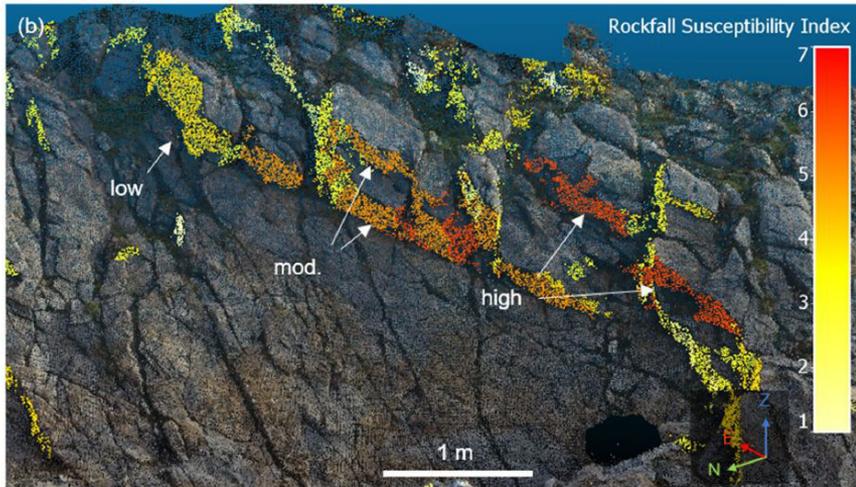
Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Visualização em 3D da suscetibilidade de queda de blocos de rocha



Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

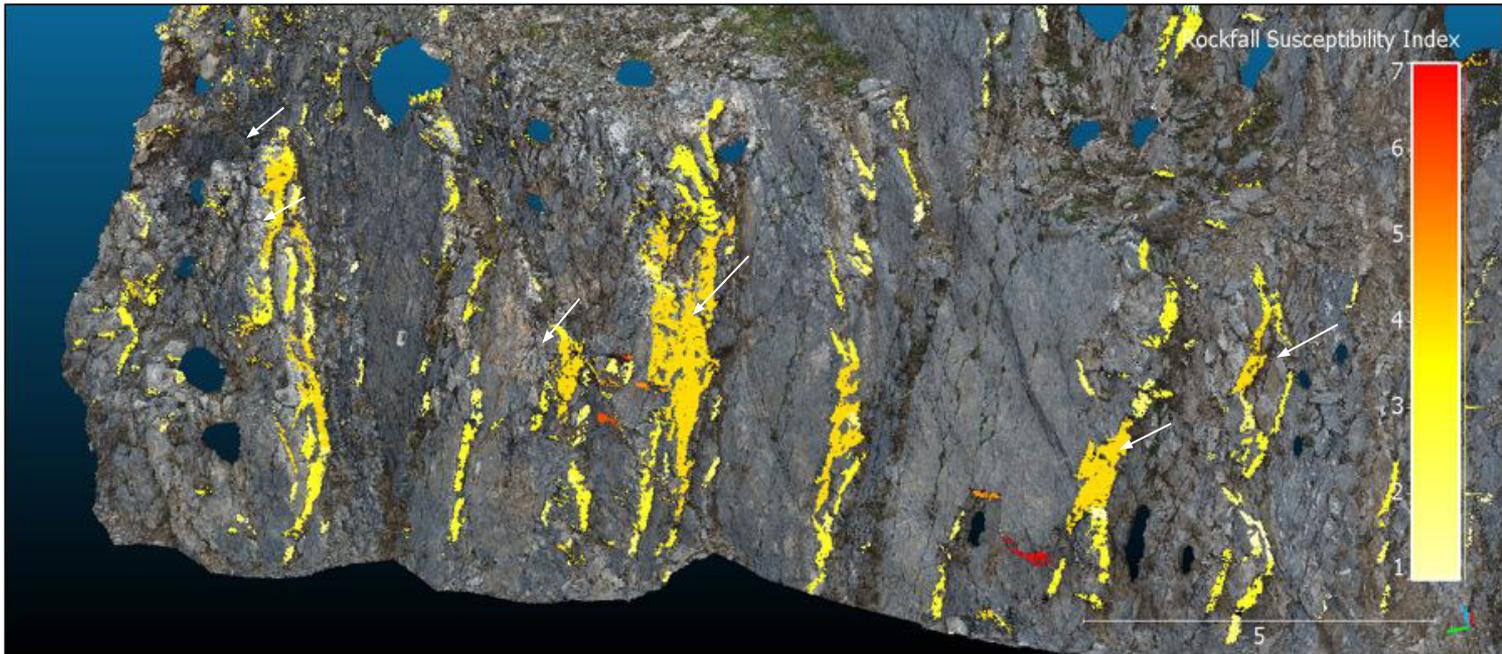
Visualização em 3D da suscetibilidade de queda de blocos de rocha



Albarelli et al (2021)

Suscetibilidade de queda de blocos de rocha

Visualização em 3D da suscetibilidade de queda de blocos de rocha



Segurança de barragens



Article

3D Numerical Modelling of Tailings Dam Breach Run Out Flow over Complex Terrain: A Multidisciplinary Procedure

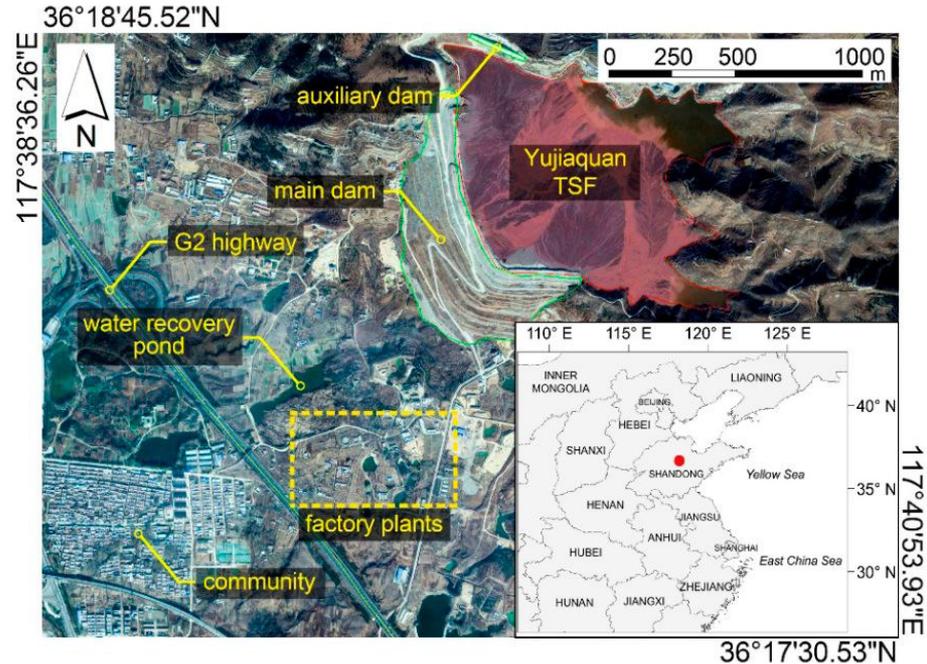
Acesso aberto

Kun Wang ¹ , Peng Yang ^{2,*}, Guangming Yu ³, Chao Yang ⁴ and Liyi Zhu ⁴

Segurança de barragens

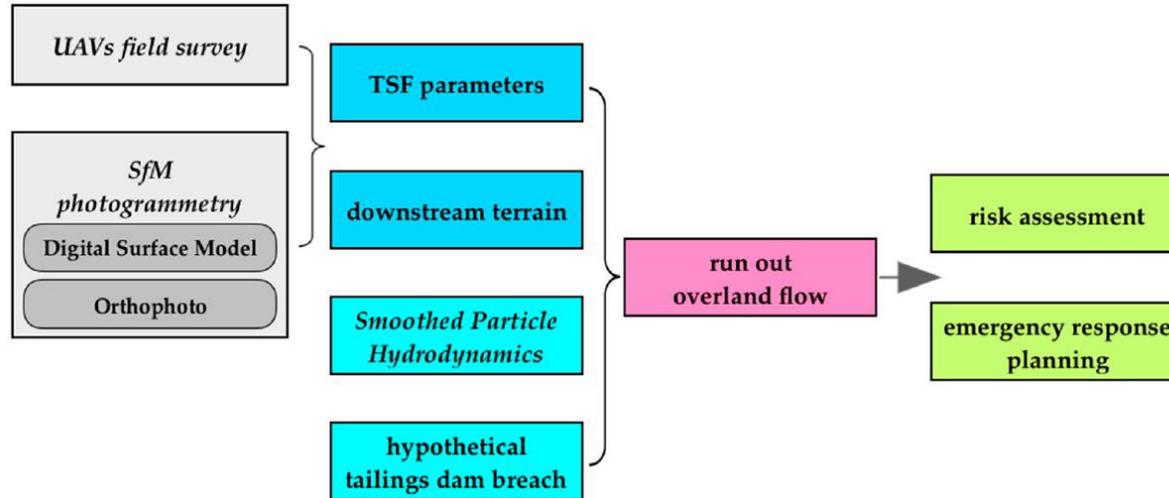
- Província de Shandong (Leste da China)
- Em operação desde 1985
- Rejeito de minério de ferro
- Início com 29 m de altura, enrocamento compactado seguido de alteamentos a montante
- Acumula anualmente ~ 2.6 milhões de toneladas de rejeito
- Acréscimo de 2.4 m de altura por ano
- Capacidade máx: ~52 Mm³ e 114 m altura
- Diversos empreendimentos a jusante

Área de estudo



Segurança de barragens

Metodologia



Wang et al (2020)

Segurança de barragens

Levantamento de campo

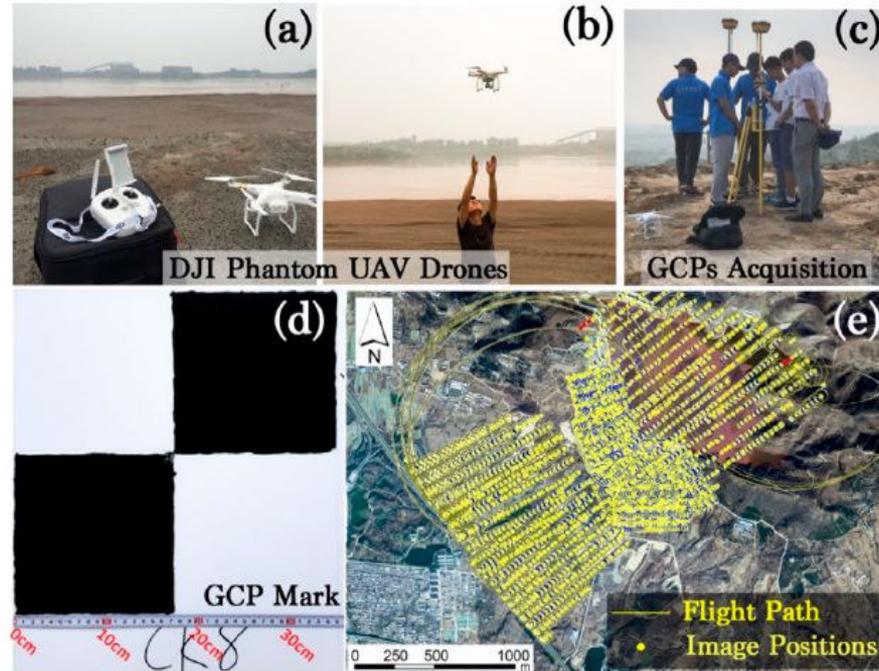
a. b.) 2 Drones:

- ❑ Phantom 3 Professional
- ❑ Phantom 4 Advanced

c. d) Pontos de controle: 33

e. Plano de voo:

- ❑ Voo automático Pix4Dcapture
- ❑ Sobreposição frontal: 75%
- ❑ Sobreposição lateral: 60%
- ❑ Altura do voo: 100 m
- ❑ Area coberta: 2.28 Km²
- ❑ Total de imagens: 3002



Wang et al (2020)

Segurança de barragens

Simulação em 3D mancha de inundação

- Smooth Particle Hydrodynamics (SPH)
- Programa em código aberto (open source)

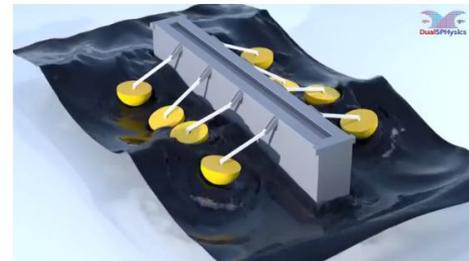


DualSPHysics

[Home](#)
[Features](#)
[Developers](#)
[Downloads](#)
[Documentation](#)
[Events](#)
[Help](#)
[References](#)
[Contact](#)

DualSPHysics: from fluid dynamics to multiphysics problems

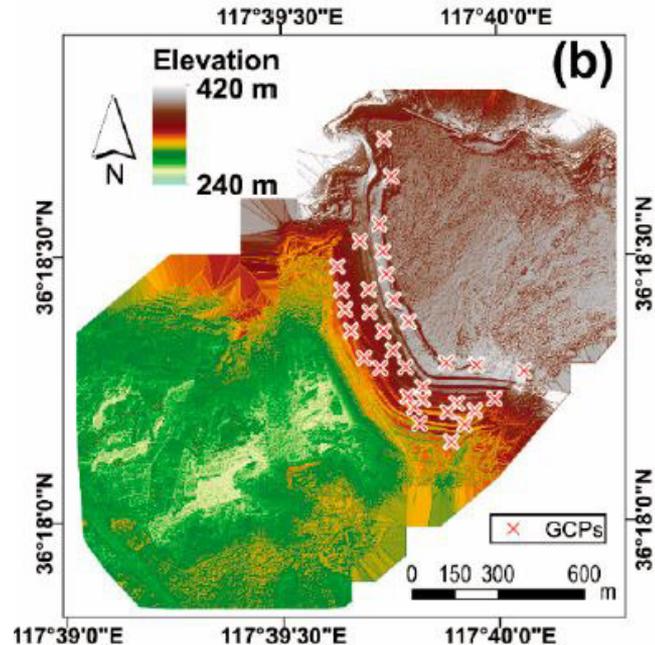
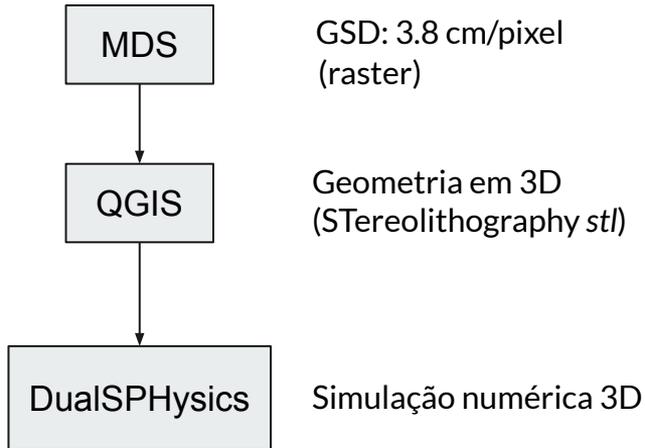
DualSPHysics is based on the Smoothed Particle Hydrodynamics model named SPHysics (www.sphysics.org). The code is developed (GNU Lesser General Public License) to study free-surface flow phenomena where Eulerian methods can be difficult to apply. DualSPHysics is a set of C++ and CUDA codes designed to deal with real-life engineering problems.



Segurança de barragens



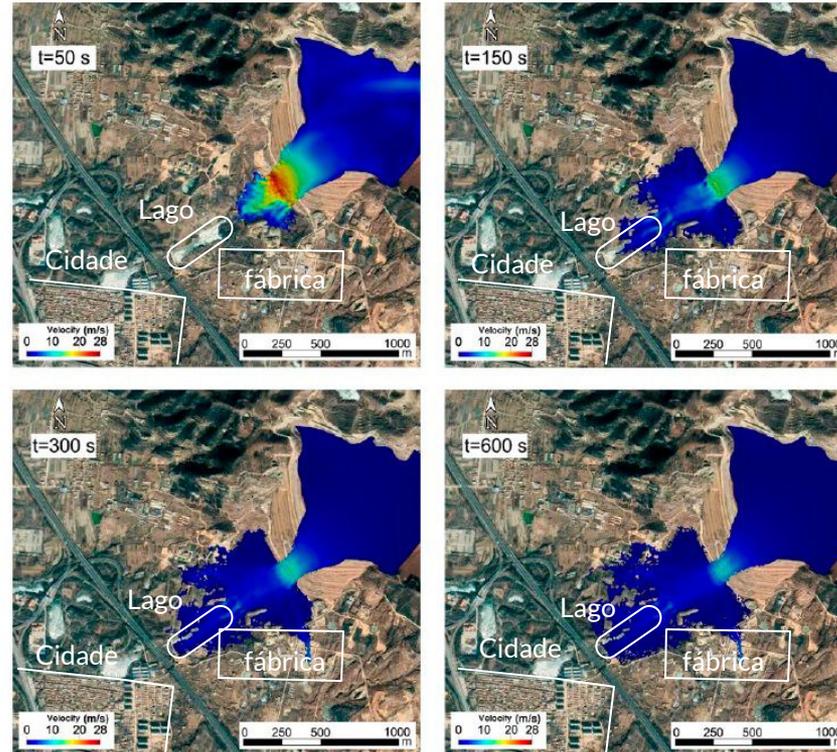
Simulação em 3D mancha de inundação



Segurança de barragens

Simulação em 3D mancha de inundação

- t=50s: vel.máx. 22,6 m/s
- t= 150 s: atingiu o lago de decantação
- t=300s: atinge a fábrica
- t=600s: não atinge a estrada, nem cidade
- Distância máxima 1224 m, apenas 78 m da estrada.

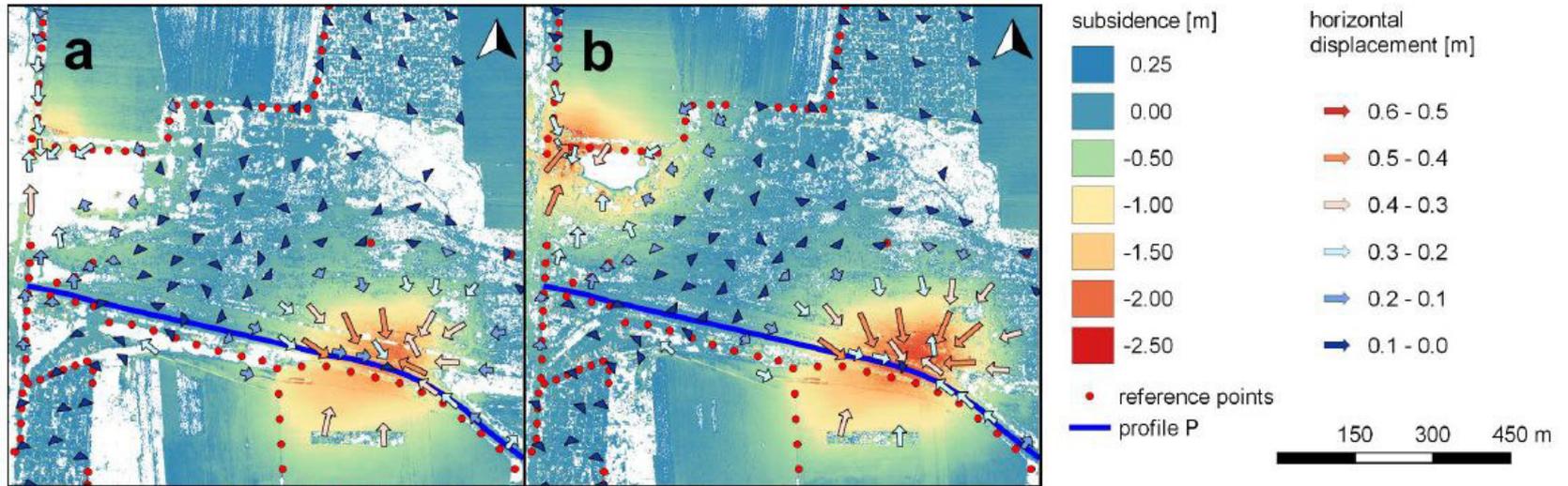




Outras aplicações...

Outras aplicações

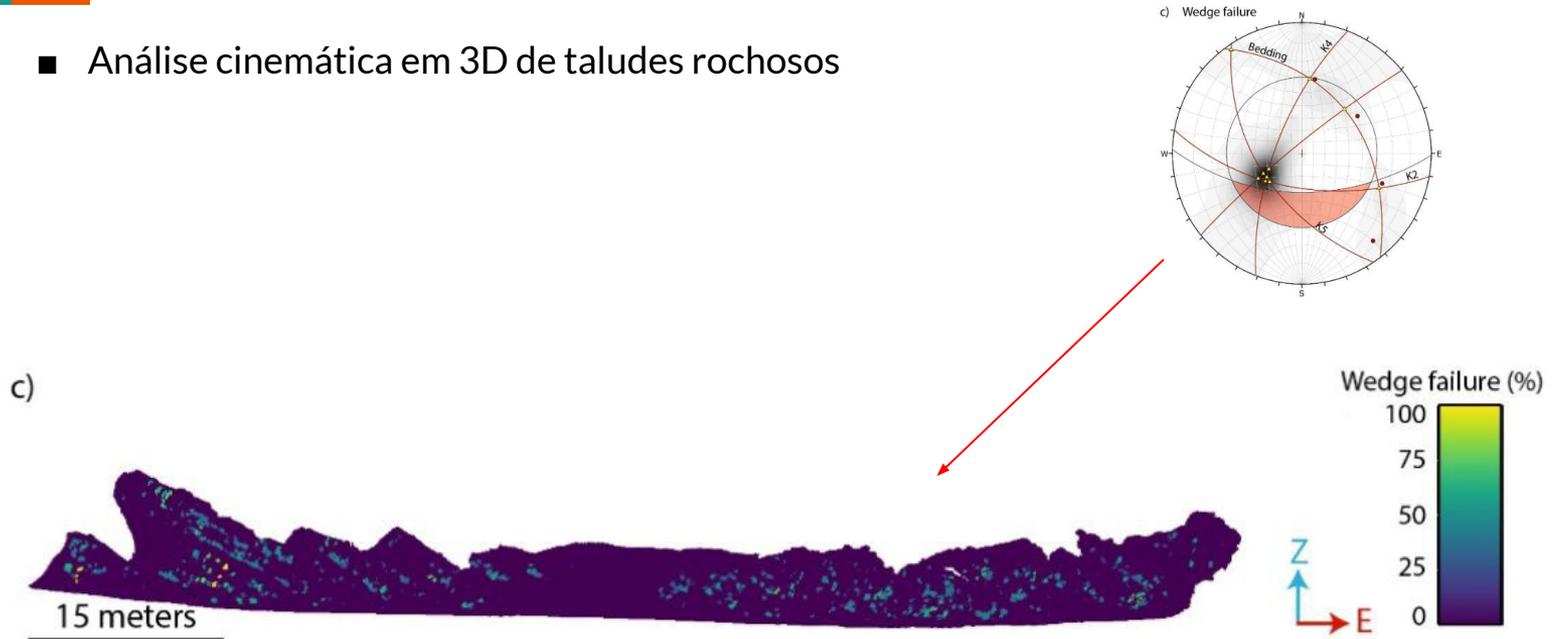
- Subsidiência e deslocamentos horizontais em terrenos



Cwiakala et al (2020)

Outras aplicações

- Análise cinemática em 3D de taludes rochosos

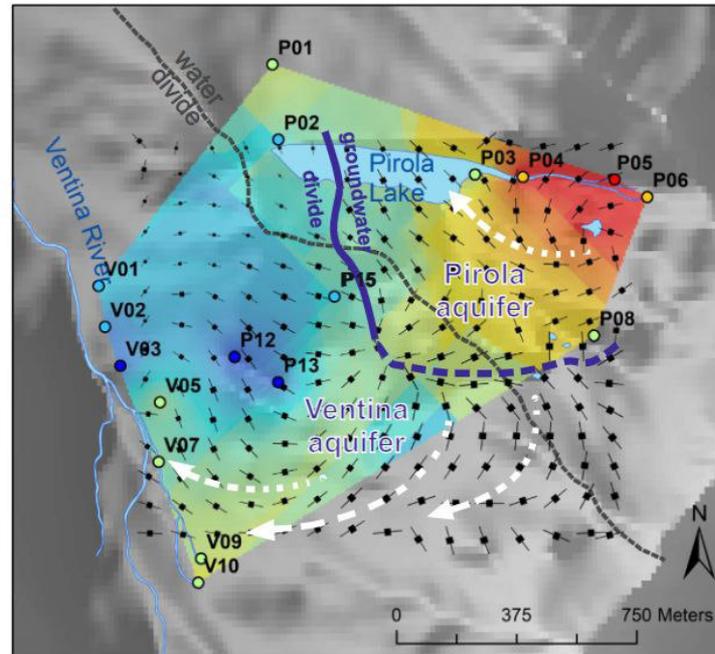
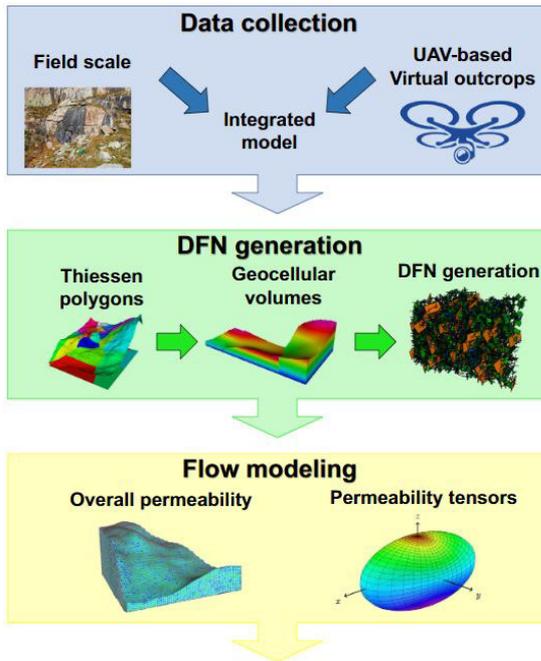


Menegoni et al (2021)

Outras aplicações

- Modelo conceitual do fluxo de água subterrânea em área remotas

E a lista não para!



PC1 and PC2 scores
Co-kriging values

- < -2.5
- -2.5 - -1
- -1 - 0.5
- 0.5 - 1.5
- > 1.5

Plan view projection and
magnitude of K1 (m/s)

- ↓ < 1×10^{-3}
- ↓ $1 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-3}$
- ↓ $5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-2}$
- ↓ $5 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-1}$
- ↓ $> 1 \times 10^{-1}$



Considerações finais

Comentários Gerais

Potenciais



- Baixo custo
- Portabilidade
- Alta reprodutibilidade
- Rapidez de levantamento
- Alta resolução dos produtos (Ortomosaico, MDT, ...)
- Redução das áreas oclusas
- Alta acurácia no georreferenciamento quando acoplado a DGNSS (RTK, etc...)
- Fotogrametria acessível para várias plataformas
- Modelos (produtos) com vasto potencial de uso e inventário

Limitações



- Não permite monitoramento contínuo de processos a serem estudados/caracterizados
- Limite de distancia controle - antena
- Limite autonomia bateria
- Restrição de locais de voos
- A remoção da vegetação densa e homogênea é dificultosa nos modelos.
- Conhecimento da teoria SfM -MVS & qualidade do produto gerado

Referências bibliográficas

- ABGE (2018). Geologia de engenharia e ambiental, volume 2: métodos e técnicas. Oliveira, A. M S., Monticelli, J. J. São Paulo: ABGE - Associação Brasileira de Engenharia e Ambiental.
- Albarelli, D. S. N. A. (2020). *Rockfall susceptibility assessment on UAV based 3D point clouds*. Faculty of Geo-information Science and Earth Observation. University of Twente. Master thesis, 84 p.
- Albarelli, D. S. N. A., Mavrouli, O. C., & Nyktas, P. (2021). Identification of potential rockfall sources using UAV-derived point cloud. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 80(8), 6539–6561. <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02306-2>
- Bilmes, A., D’Elia, L., Lopez, L., Richiano, S., Varela, A., Alvarez, M. del P., Bucher, J., Eymard, I., Muravchik, M., Franzese, J., & Ariztegui, D. (2019). Digital outcrop modelling using “structure-from-motion” photogrammetry: Acquisition strategies, validation and interpretations to different sedimentary environments. *Journal of South American Earth Sciences*, 96, 102325. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102325>
- Binda, G., Pozzi, A., Spanu, D., Livio, F., Trotta, S., & Bitonte, R. (2021). Integration of photogrammetry from unmanned aerial vehicles, field measurements and discrete fracture network modeling to understand groundwater flow in remote settings: test and comparison with geochemical markers in an Alpine catchment. *Hydrogeology Journal*, 29(3), 1203–1218. <https://doi.org/10.1007/s10040-021-02304-4>
- Ćwiąkała, P., Gruszczyński, W., Stoch, T., Puniach, E., Mrocheń, D., Matwij, W., Matwij, K., Nędzka, M., Sopata, P., & Wójcik, A. (2020). UAV Applications for Determination of Land Deformations Caused by Underground Mining. *Remote Sensing*, 12(11), 1733. <https://doi.org/10.3390/rs12111733>

Referências bibliográficas

- Menegoni, N., Giordan, D., & Perotti, C. (2021). An Open-Source Algorithm for 3D ROck Slope Kinematic Analysis (ROKA). *Applied Sciences*, 11(4), 1698. <https://doi.org/10.3390/app11041698>
- Menegoni, N., Giordan, D., Perotti, C., & Tannant, D. D. (2019). Detection and geometric characterization of rock mass discontinuities using a 3D high-resolution digital outcrop model generated from RPAS imagery – Ormea rock slope, Italy. *Engineering Geology*, 252, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.02.028>
- Romana MR (1993) A geomechanical classification for slopes: Slope Mass Rating. In Hudson JA (ed) *Comprehensive Rock Engineering*, 1st edn. Elsevier, Exeter, pp. 575–600. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-042066-0.50029-X>
- Rossi, G., Tanteri, L., Tofani, V., Vannocci, P., Moretti, S., & Casagli, N. (2018). Multitemporal UAV surveys for landslide mapping and characterization. *Landslides*, 15(5), 1045–1052. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-0978-0>
- Snavely, N. (2007). Bundler: Structure from Motion (SfM) for Unordered Image Collections. Disponível em: <https://www.cs.cornell.edu/~snave/bundler/>
- Viana, C. D. (2021). Fotogrametria digital multi-escala para aquisição de dados estruturais. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo - Instituto de Geociências.
- Wang, K., Yang, P., Yu, G., Yang, C., & Zhu, L. (2020). 3D Numerical Modelling of Tailings Dam Breach Run Out Flow over Complex Terrain: A Multidisciplinary Procedure. *Water*, 12(9), 2538. <https://doi.org/10.3390/w12092538>
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J., & Reynolds, J. M. (2012). ‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>

Vamos conversar ?

OBRIGADO !



www.abge.org.br

<https://www.abge.org.br/abge-jovem>

- Interação com os colegas do chat
- Dúvidas, comentários, sugestões

Daniel Seabra N. A. Albarelli - dseabra@ipt.br

Caio Pompeu Cavalhieri - caiopc@ipt.br