



Feições morfológicas da superfície do solo degradado pela erosão hídrica obtidas por Veículo Aéreo Não Tripulado⁽¹⁾

Marx Leandro Naves Silva⁽²⁾; Bernardo Moreira Cândido⁽³⁾; Pedro Velloso Gomes Batista⁽⁴⁾; John N. Quinton⁽⁵⁾; Mike R. James⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMIG e CNPq.

⁽²⁾ Professor titular; Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; marx@dcs.ufla.br;

⁽³⁾ Doutorando; Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Mestrando; Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Professor; Lancaster Environmental Centre – Lancaster University.

RESUMO: O conhecimento dos processos que atuam na erosão hídrica é de suma importância para o planejamento conservacionista do solo e redução dos impactos ambientais. Dessa forma, técnicas que permitem obter diagnósticos precisos, em curto espaço de tempo, são necessárias. O objetivo com este trabalho foi avaliar a viabilidade do uso de imagens 3D obtidas por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) nos estudos da dinâmica, modelagem e monitoramento da erosão hídrica, utilizando o princípio da aerofotogrametria. O estudo foi desenvolvido no município de Lavras, MG. As imagens foram obtidas com auxílio de VANT com câmera fotográfica acoplada e georreferenciadas por GPS geodésico. Os modelos gerados apresentaram alto grau de detalhamento das feições topográficas, com curvas de nível de 0,1m, além de possibilitar o estudo detalhado do sulco de erosão no tempo e espaço. O que indica o potencial dos métodos empregados. Além disso, o curto período de tempo gasto durante o levantamento é um aliado nos estudos de modelagem da erosão hídrica. O refinamento destes métodos pode contribuir para melhor compreensão da fenomenologia da erosão em sulcos, além de auxiliar na construção de tecnologias adequadas para o controle e prevenção destes processos.

Termos de indexação: conservação do solo, modelo digital de elevação, aerofotogrametria.

INTRODUÇÃO

A utilização de imagens 3D para o entendimento de processos geomorfológicos tem avançado de forma significativa nos últimos anos. Trabalhos utilizando fotogrametria aérea para obtenção de imagens 3D têm demonstrado o grande potencial da utilização dos modelos de superfície nos estudos de erosão, geomorfologia e riscos de erupções vulcânicas (Chandler, 1999; Lane, et al., 2000; Baldi et al., 2008; Grosse et al., 2012).

Devido ao elevado custo de se fazer levantamentos topográficos detalhados, por meio

de estação total ou scanners a laser, e o uso de aeronaves tripuladas, surge à necessidade de desenvolver métodos alternativos e precisos para o estudo da dinâmica dos processos que atuam na superfície do solo. Dessa forma, técnicas simples de aerofotogrametria utilizando Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) podem fornecer uma opção viável e acurada para reconstruir modelos digitais de elevação (MDE) suficientemente detalhados para o monitoramento da erosão. Tais técnicas têm sido aplicadas em diferentes áreas das geociências (James & Robson, 2012) e especificamente no estudo da erosão (Castillo et al., 2012).

Assim, além de possibilitar a sobreposição de imagens e programação da área e altitude do voo, a utilização de VANT providos de câmeras fotográficas propicia rápido levantamento da área a ser estudada.

Dessa forma, o objetivo com este estudo é avaliar a viabilidade do uso de imagens 3D obtidas por VANT nos estudos da dinâmica, modelagem e monitoramento da erosão hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento foi realizado em uma área de empréstimo localizada no campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, delimitada pelas coordenadas UTM 23K 501324 e 501415 E 7652829 e 7652739 S. O local foi escolhido devido à intensa erosão hídrica ocorrente no material desestruturado e desprovido de cobertura vegetal depositado na área de empréstimo.

A obtenção das imagens foi feita com auxílio do VANT modelo quadricóptero, DJI Phantom 2 Vision+, portando câmera Phantom Vision FC200 (resolução 4384 x 2466 células, distância focal de 5 mm). Foram obtidas 232 fotos no levantamento, realizado em altitude média de 13 m, em aproximadamente 20 minutos. Nove pontos de controle foram demarcados, estabelecidos no campo por meio de GPS geodésico com precisão sub métrica.

As imagens foram alinhadas e georreferenciadas



no programa PhotoScan 1.1.6 (Agisoft, 2015). Seguindo-se o processamento, foram geradas a nuvem de pontos 3D (801 pontos m^{-2}) e ortofoto da área. A precisão vertical e horizontal dos modelos gerados foi calculada com base no erro quadrático médio (EQM) em relação aos pontos de controle supracitado. Além disso, foi exportado um MDE para o programa ArcGIS 10.1, com resolução de célula de 0,02 m (ESRI, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo gerado apresentou resolução de 4,4 mm $pixel^{-1}$ e área coberta de 4.823 m^2 . Castillo et al. (2012) e James & Robson (2012) trabalhando com áreas menores e resoluções mais altas obtiveram bons resultados na geração dos modelos superficiais 3D.

A **figura 1** apresenta o modelo representativo da área e superfície do solo a partir das imagens aéreas obtidas. Nele pode-se perceber o elevado detalhamento na modelagem de feições topográficas complexas obtidas no estudo, indicando o potencial do método empregado.

Na **figura 2** é possível perceber que na maior parte da área a sobreposição das imagens ficou acima de 9, o que diminui o erro na construção das ortofotos, mosaicos e MDEs, estimados usando os princípios de estereoscopia.

A partir da elaboração do MDE, foi possível representar no modelo as curvas de nível (**Figura 3**). Do ponto de vista do planejamento conservacionista da área, esta é uma etapa importante. Visto que a partir das curvas é possível conhecer de forma mais detalhada a área a ser manejada e/ou recuperada e realizar plantios em nível, reduzindo perdas de solo por erosão hídrica.

Avaliando o potencial de uso da técnica no monitoramento da erosão hídrica em sulcos, na **figura 4** tem-se o detalhamento de três seções em sulco de erosão. A partir dos perfis obtidos poderão ser realizados cálculos de volume e estudar a evolução da erosão hídrica no tempo e espaço. Além disso, o curto período de tempo gasto durante o levantamento é um aliado nos estudos de modelagem da erosão.

O refinamento destes métodos pode contribuir para melhor compreensão da fenomenologia da erosão hídrica, além de auxiliar na construção de práticas adequadas para o controle e prevenção destes processos. Bem como ser um aliado no planejamento e levantamento conservacionista do solo.

CONCLUSÕES

O uso de VANT, técnicas de fotogrametria e geoprocessamento facilitam o levantamento topográfico de áreas com relevo complexo e auxiliam no estudo da erosão hídrica.

A técnica facilita o levantamento topográfico de áreas com relevo complexo, possibilitando o monitoramento da erosão em sulcos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (471522/2012-0; 305010/2013-1), CAPES e FAPEMIG (PPM 00422-13) pelo financiamento do projeto e concessão das bolsas.

REFERÊNCIAS

- AGISOFT LLC. Photoscan version 1.1.6. São Petesburgo. 2015.
- Baldi P, Coltelli M, Fabris M, Marsella M, Tommasi P. High precision photogrammetry for monitoring the evolution of the NW flank of Stromboli volcano during and after the 2002–2003 eruption. *Bull Volcanol.* 2008;70:703-715.
- Castillo C, Pérez R, James MR, Quinton NJ, Taguas EV, Gómez JA. Comparing the accuracy of several field methods for measuring gully erosion. *Soil Sci Soc Am J.* 2012;76:1319-1332.
- Chandler J. Effective application of automated digital photogrammetry for geomorphological research, *Earth Surf Proc Land.* 1999;24:51-63.
- Environmental Systems Research Institute – ESRI. ArcGIS Desktop, version 10.1. Redlands, 2011. CD ROM.
- Grosse P, Van Wyk de Vries B, Euillades PA, Kervyn M, Petrinovic IA. Systematic morphometric characterization of volcanic edifices using digital elevation models, *Geomorphology.* 2012;136:114-131.
- James MR, Robson S. Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: accuracy and geoscience application. *J Geoph Res.* 2012;117:F03017.
- Lane SN, James TD, Crowell MD. Application of digital photogrammetry to complex topography for geomorphological research, *Photogramm Rec* 2000;16: 793-821.



Figura 1 – Modelos 3D da superfície do solo e pontos georreferenciados no estudo realizado em área degradada pela erosão hídrica, campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

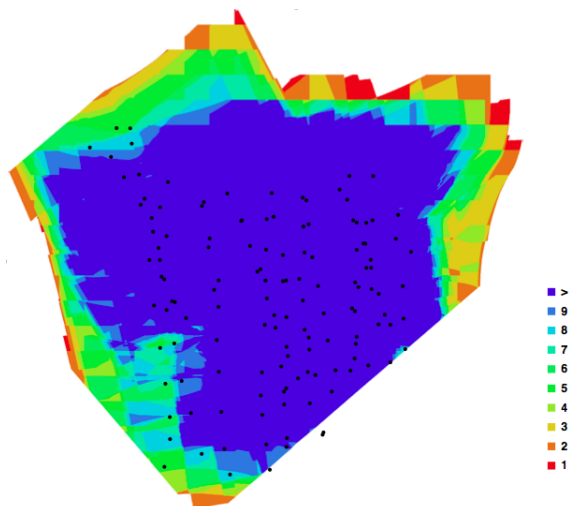


Figura 2 – Localização da câmera e sobreposição das imagens no estudo realizado em área degradada pela erosão hídrica, campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

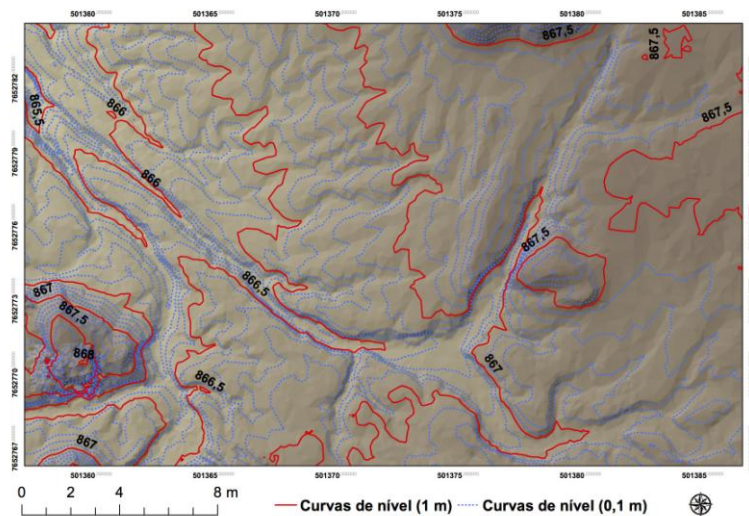


Figura 3 – Modelo digital de elevação e curvas de nível no estudo realizado em áreas degradadas pela erosão hídrica, campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

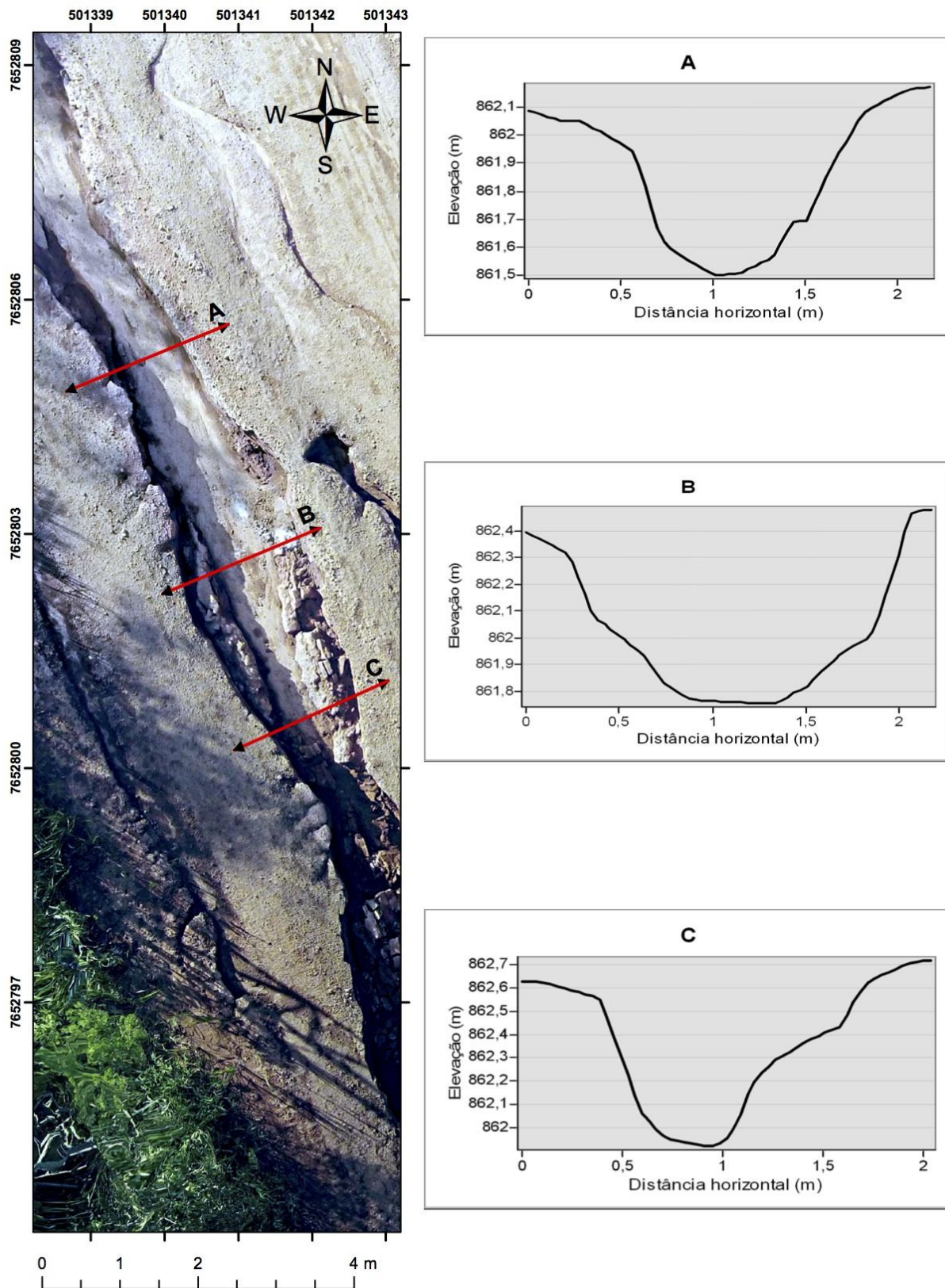


Figura 4 – Seções de sulco de erosão no estudo realizado em áreas degradadas pela erosão hídrica, campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.