

MONITORAMENTO, MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE VOÇOROCA ATRAVÉS DE IMAGENS DO GOOGLE EARTH PRO E USO DE DRONE

Fabrizio do Nascimento Garritano¹

Hugo Alves Soares Loureiro²

Domynique da Silva Santos³

Vinícius Martins³

Antonio José Teixeira Guerra⁴

1 - UFRJ-Programa de Pós-Graduação em Geografia - Mestrado (fkgarritano@hotmail.com)

2 - UFRJ - Programa de Pós-Graduação em Geografia - Doutorado (hugogeogr@gmail.com)

3 - UFRJ - Depto. Geografia - Graduação (domyniques@yahoo.com; vini20bpm@hotmail.com)

4 - UFRJ - Depto. Geografia e PPGG - Professor Titular (antonioguerra@gmail.com)

ABSTRACT

The huge degraded areas along Paraíba do Sul valley are a reflex of the inadequate soil use and management. Regarding its soils, the valley presents rills and gullies. The tropical forest was cleared in the XVIIIth century, to plant coffee and sugar cane, increasing soil erosion. The study area is a gully situated on the high course of Pirai river, in Rio Claro Municipality. This area was chosen, due to easy access and good temporal Google Earth images, which show the sequence along the years. The methodology regards field work to map the area, using a drone, where three maps were made, in order to understand the erosion process, on the slope, and to show how the gully has been evolving in the last 18 years. Through this research work it was possible to note that drones offer many benefits to the geomorphological research, and therefore, its use is getting more space within geotechnologies, supplying images with high detail and low cost for the researcher.

Keywords: soil erosion; geomorphological research; geotechnologies

INTRODUÇÃO

A degradação dos solos no vale do Rio Paraíba do sul é um problema ambiental que está sendo cada vez mais discutido ao longo dos últimos anos nas pesquisas científicas ligadas à essa temática, os ciclos histórico-econômicos de uso e manejo na área contribuíram para que a floresta nativa de Mata Atlântica fosse removida com objetivo de expor o solo de formas rentáveis, fazendo a exploração da cana-de-açúcar, cultura do café e abertura de rotas para passagem da linha férrea para escoar a produção até o litoral do Brasil (NUNES, 2016). A área de estudo deste trabalho é uma voçoroca localizada no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Pirai, município de Rio Claro (RJ), local que está inserido na região do vale do Paraíba do Sul (Figura 1). Casseti (2005) classifica a voçoroca como sendo o estágio mais avançado da erosão, que somado ao uso e manejo inadequado do solo tende a evoluir e se intensificar.

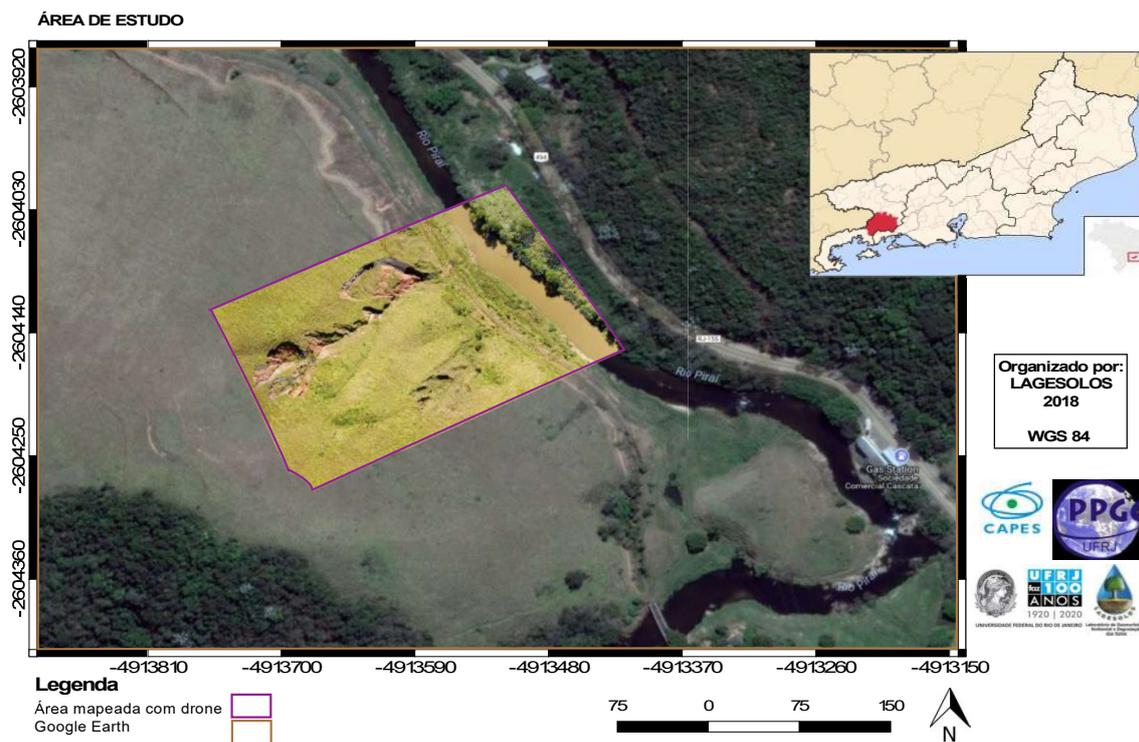


Figura 1. Mapeamento da área de estudo.

Ao longo das últimas décadas, as ações antrópicas continuaram explorando e removendo a mata nativa, intensificando a degradação da área e contribuindo para o aparecimento e conseqüente evolução das feições erosivas (GARRITANO, 2018). Foi realizado um trabalho de campo para obtenção de imagens aéreas de alta resolução espacial (4,7 cm/pixel) para que a partir daí fosse obtido um ortomosaico da área mapeada. Além disso, foi estabelecida uma sequencia temporal de fotos do software *Google Earth Pro* com o objetivo de analisar a evolução da feição estudada e comparar o resultado obtido com o imageamento através do drone, com o último registro disponível da área no *Google Earth*.

As inovações na pesquisa geomorfológica, com auxílio das geotecnologias, apresentam relevância no que diz respeito à práticas que podem ser adotadas por órgãos gestores com objetivos de mitigar, conter e recuperar a degradação dos solos em áreas que apresentam algum tipo de perturbação na superfície terrestre (GARRITANO, *et al., no prelo*), desta forma, este artigo tem como objetivos realizar uma análise da evolução da feição estudada através da comparação de imagens aéreas e servir como veículo divulgador da eficácia de novas geotecnologias para monitoramentos geomorfológicos.

Perez e Garcia (2017), enquadram o sensoriamento remoto como sendo de extrema importância para medir solos degradados, pois a partir de diferentes escalas temporais é possível analisar a intensidade e evolução do processo erosivo, além disso,

a utilização do drone em campo apresentou resultados extremamente favoráveis aos objetivos buscados nesta pesquisa, pois as imagens obtidas apresentaram alta resolução espacial, em um intervalo de tempo pequeno e de forma que a topografia local não interferisse na dificuldade de realizar o mapeamento.

As pesquisas sobre a paisagem geomorfológica e sua dinâmica têm, cada vez mais, lançado mão do uso das geotecnologias em suas análises e monitoramentos. Imagens de diferentes fontes – como satélites diversos (ALOS, IKONOS, GEOEYE, etc.), *Google Earth*, e, mais recentemente, o uso de *Drones* e/ou VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) – podem ser utilizadas de variadas formas e com diferentes finalidades, constituindo recursos importantes de acordo com os objetivos e possibilidades de cada estudo.

O *software Google Earth* disponibiliza, gratuitamente para uso sem fins lucrativos, imagens de satélites com boa resolução e, por isso, tem sido uma ferramenta relevante na compreensão da paisagem (LOUREIRO e FERREIRA, 2013). Suas imagens permitem análises temporais, através do recurso de “imagens históricas”, que possui um conjunto de imagens de datas anteriores à última disponibilizada, normalmente, bastante atual. Tal recurso foi utilizado por Coelho Netto *et al.* (2011) para demonstrarem e analisarem o antes e depois da catástrofe da Região Serrana do Rio, no mês de janeiro daquele ano. Com as imagens do *Google Earth* puderam, inclusive, contabilizar as cicatrizes de deslizamento, indicando a magnitude do evento. Outros estudos (CASTRO *et al.*, 2010; LIMA, 2012; MARCHIORO e OLIVEIRA, 2014) apontam a relevância do uso das imagens do *Google Earth* e as utilizam para monitorar e diagnosticar a degradação em suas respectivas áreas de estudo.

Metodologia

A metodologia deste trabalho consistiu em pesquisas bibliográficas, ida a campo e processamento/análise de imagens em laboratório. A ida a campo foi realizada no dia 20/05/2018. Na a campo foi realizado um voo com o *drone* modelo “DJI Mavic Pro 2018” (Figura 2). Com a realização deste voo, pré-programado, foram obtidas 87 imagens georreferenciadas com resolução espacial de 4,7 cm/pixel, mapeamento uma área de 4.7 ha. As sobreposições laterais e frontais foram de 75% e 80%, respectivamente. Isto significa que, em um plano de voo, as imagens obtidas são sequenciais, dessa forma, as sobreposições indicam quanto uma foto será sobreposta à outra. Quanto mais alto o valor, maior será o detalhamento no momento da formação do ortomosaico (Figura 3).



Figura 2. Drone utilizado nesta pesquisa. Foto: Fabrizio N. Garritano (2018).



Figura 3. Sobreposição lateral e frontal das imagens.

Para unificação e processamento das imagens georreferenciadas, foi utilizado o software “*dronedeploy*”. Após a formação do ortomosaico, o mesmo foi exportado para o software “QuantumGis 3.0” para que fossem elaborados mapas da área. Além do mapa da área de estudo, foi elaborado um mapa de hipsometria, levando em consideração a altura da voçoroca, tendo com base o nível do solo, e um mapa da relação solo X planta, que diferencia o tipo de cobertura da superfície de acordo com a resposta espectral obtida através da câmera RGB (*red, blue, green*) do *drone*. Foi possível ainda calcular o comprimento e largura da voçoroca através deste software, bem como a possibilidade de criar modelos 3D para visualizar e reproduzir de forma muito similar à realidade as características da vertente na qual a voçoroca está inserida, além disso foi possível obter ainda, um modelo de imagem que determina o caminho preferencial do escoamento superficial da água, fazendo referência justamente ao contorno da feição erosiva analisada (SALGADO, 2016).

O uso das imagens do *Google Earth* é simples. Dispondo do *software Google Earth Pro*, basta direcionar até a área estudada (por coordenadas, algum endereço ou manualmente), escolher o melhor ângulo para visualização da imagem e salvá-la. Esta primeira imagem é, normalmente a mais atual, capturada há alguns meses pelo satélite. Sem alterar a angulação escolhida, basta acionar o botão com a representação de um

relógio, que indica “imagens históricas”. Será apresentada uma barra temporal para transitar entre as imagens de meses e anos anteriores. Cada área poderá ter um conjunto diferente de datas e períodos imageados.

No caso deste trabalho, as imagens presentes no *Google Earth* vão de 2001 a 2017, com níveis bastante diversos de qualidade. Foram escolhidos quatro anos para comparação da evolução da feição erosiva: 2001, por ser a mais antiga e com qualidade mínima necessária para a análise; 2007 e 2011, demonstrando um estágio intermediário da dinâmica evolutiva da erosão; 2017, por ser a mais atual e que poderá ser comparada, também, com a captura realizada pelo *Drone*.

Resultados

Com o uso de imagens aéreas obtidas a partir do drone, foi possível observar diversas características na vertente que a voçoroca está inserida, conforme a figura 4.



Figura 4. Análise da voçoroca

Ao realizar a análise ambiental da vertente, foi possível observar que: O contorno em amarelo indica a feição erosiva estudada. A seta em vermelho indica outra área degradada pela erosão (efeito *onsite* do processo erosivo) (GUERRA 2016), a seta em preto indica para onde os sedimentos provenientes da voçoroca estão sendo depositados, trazendo possível risco de assoreamento do rio (efeito *offsite* da erosão) (GUERRA, 2016). A linha de cor roxa indica o comprimento da voçoroca, que no caso é de 166 metros, enquanto a linha de cor azul indica a largura, com valor de 43.63 metros.

Para entender melhor o funcionamento do escoamento superficial na área, levando em consideração a declividade da encosta, foi elaborado o mapa hipsométrico (figura 5), trazendo informações sobre a altitude da encosta em relação ao rio.

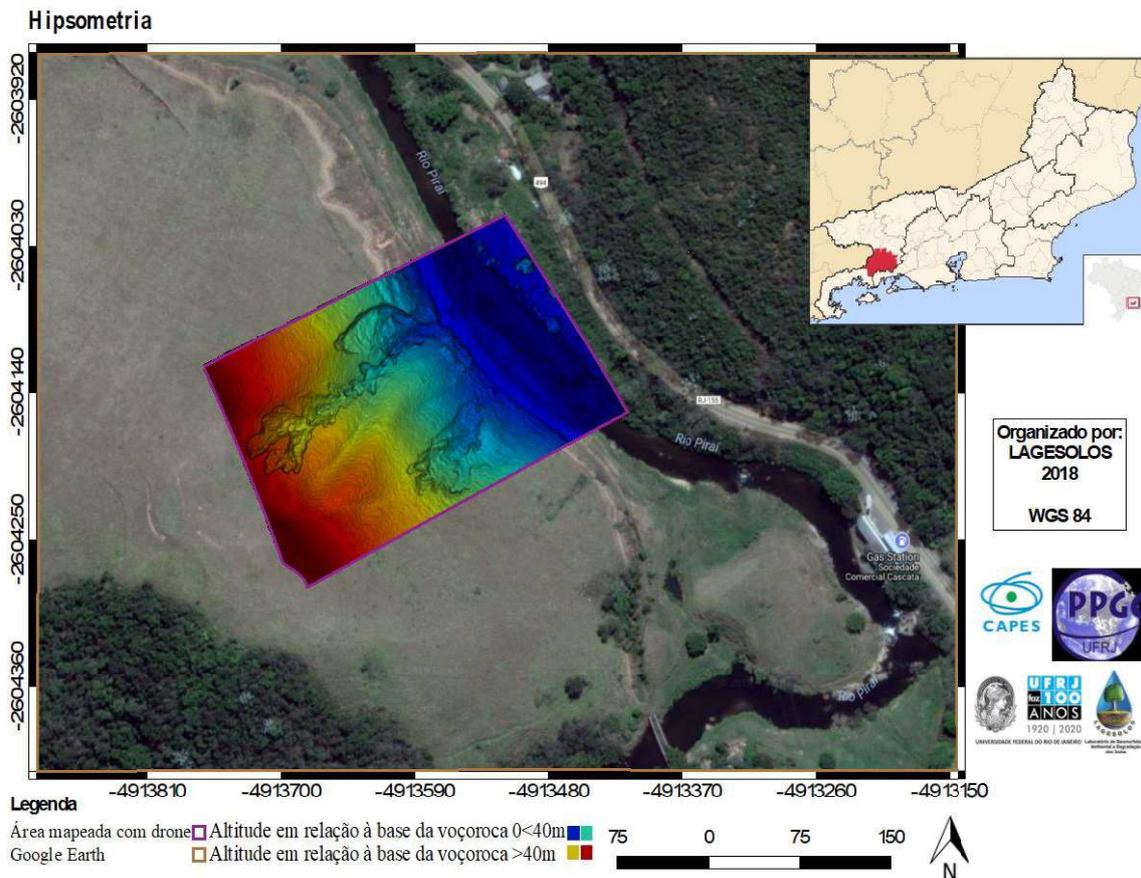


Figura 5. Mapa da hipsometria da vertente

A figura 6 corresponde ao modelo de imagem que indica o caminho preferencial da água no escoamento superficial, sinalizado pela aglomeração dos vórtices na encosta representados pela cor vermelha.

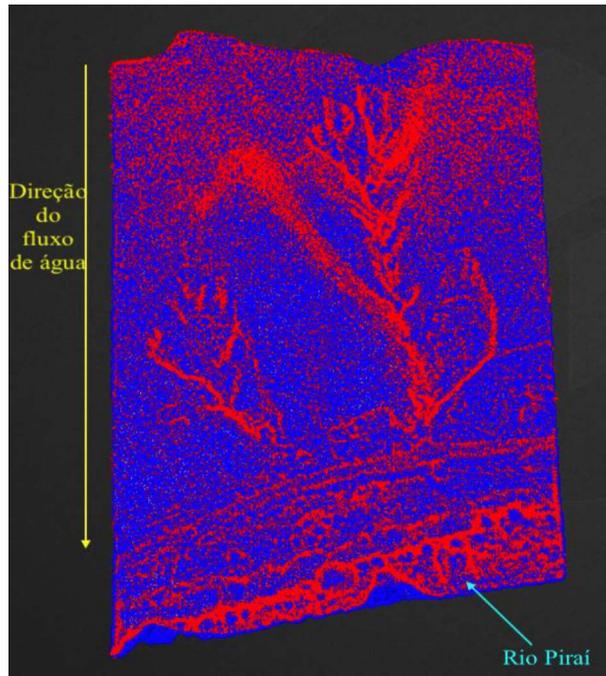


Figura 6. Concentração do escoamento superficial

A figura 7 representa o modelo digital da vertente onde a voçoroca está localizada, sendo o Rio como nível base em relação à altitude sobrevoada.



Figura 7. Modelo 3D da voçoroca

O outro mapeamento realizado, faz referência à relação solo X planta, ou seja, a porção da superfície terrestre que apresenta cobertura vegetal em detrimento da que apresenta solo exposto (figura 8).

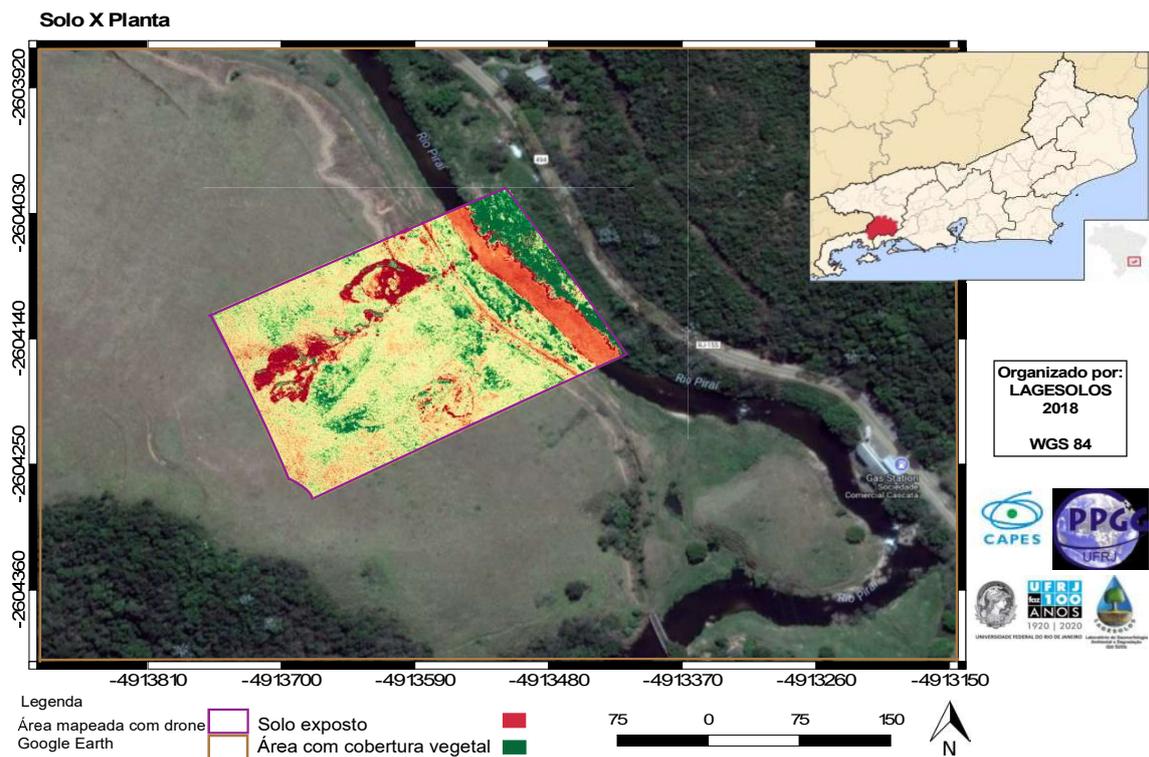


Figura 8. Mapa da relação solo X planta

Ao analisar a figura, nota-se que a voçoroca está completamente ativa, sem que haja nenhum tipo de cobertura no solo de forma que possa proteger do impacto das gotas da chuva e do escoamento superficial (COELHO NETTO, *et al.* 2011).

As imagens obtidas a partir da ferramenta *Série Histórica* do programa *Google Earth* (figura 9) nos permitiram acessar o estado da voçoroca estudada em momentos muito anteriores à nossa ida a campo, o que possibilitou o entendimento da evolução da feição ao longo dos anos até alcançar sua configuração atual. As imagens resgatadas correspondem aos anos de 2001 - a mais antiga disponibilizada; 2007 e 2011, referentes a um estado intermediário da feição no período examinado; e 2017, registro mais recente.

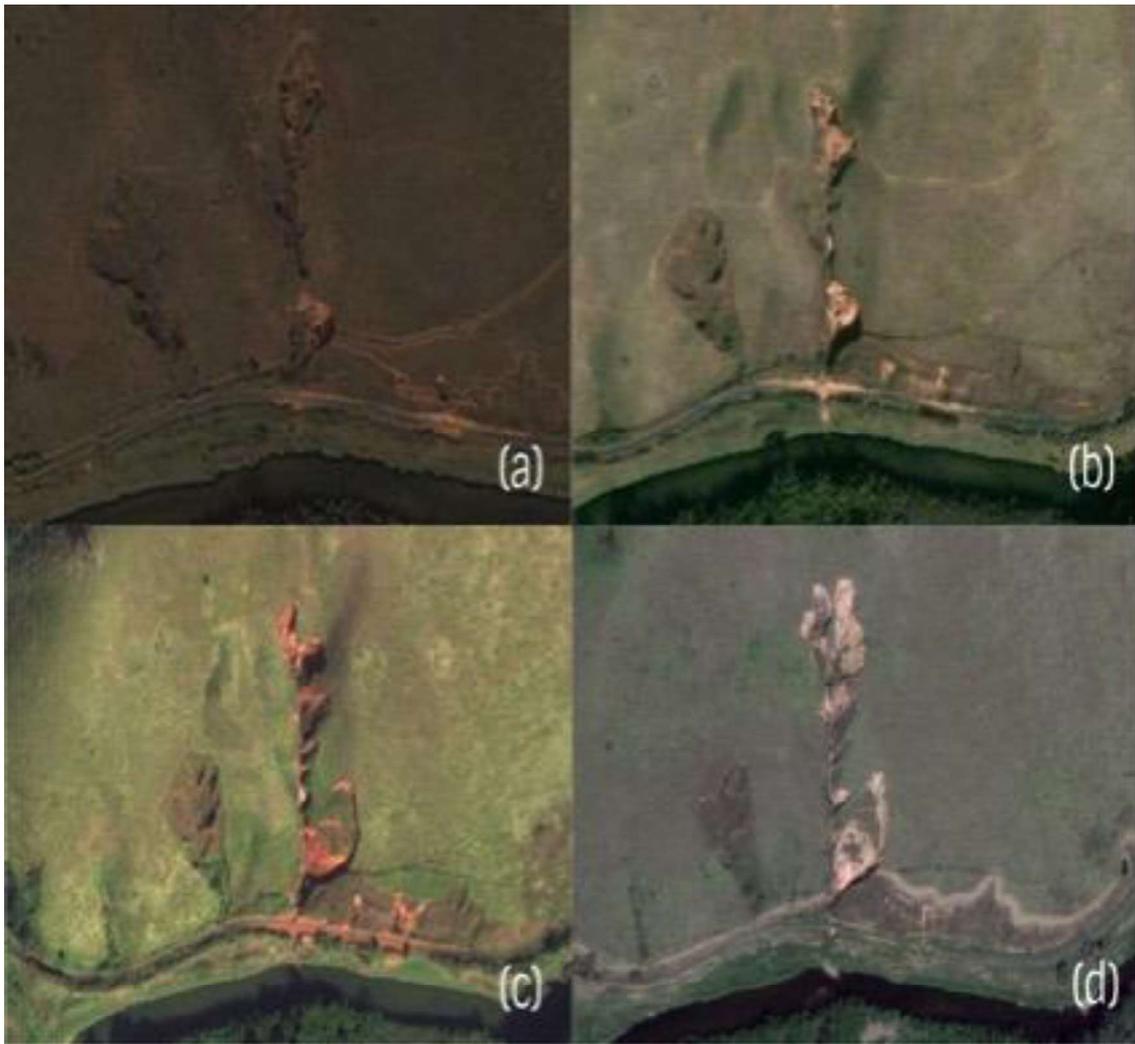


Figura 9. Imagens de satélite da voçoroca nos anos de 2001, 2007, 2011 e 2017. Fonte: Google Earth Pro.

Na imagem (a), referente ao ano de 2001, é possível visualizar a voçoroca já totalmente estabelecida na encosta, apresentando grandes dimensões e duas crateras conectadas. Neste momento, o corredor central e a cabeceira da voçoroca aparecem majoritariamente cobertos por gramíneas, o que pode indicar uma estabilização momentânea dessas porções da feição.

Na imagem (b), registrada em 2007, as dimensões da voçoroca não sofreram mudanças consideráveis. De acordo com Guerra (2015), alterações no formato da cabeceira são indicativos da atividade erosiva neste período, juntamente ao fato de tanto a parte superior, onde se encontra a cabeceira, quanto a inferior, mais próxima ao sopé da encosta, se mostrarem já sem qualquer tipo de cobertura vegetal que proteja o topo do solo.

Na imagem (c), registrada em 2011, nota-se um grande crescimento da feição, especialmente na parte inferior, que se projeta em direção à esquerda em uma expansão

independente do corredor central que a liga à cabeceira da voçoroca. Na imagem (d), um registro do ano de 2017, mostra uma grande evolução da cabeceira da feição, que avança em direção ao topo da encosta dividida em duas fissuras, apresentando considerável largura como diagnosticado pelo *drone*.

CONCLUSÕES

Com a elaboração deste trabalho foi possível analisar diferentes características da área estudada, levando em consideração os resultados obtidos através do mapeamento com o drone e a comparação da sequência temporal de fotos do Google Earth Pro, ratificando a importância do uso de técnicas do sensoriamento remoto na pesquisa geomorfológica. O uso do drone acrescenta grande valor à pesquisa, pois, apesar de ser uma técnica inovadora, propicia análises de grande importância no entendimento dos processos erosivos na encosta.

A comparação de fotos de diferentes datas, permite analisar a intensidade e a forma que o processo erosivo evoluiu ao longo dos anos. A elaboração dos mapas temáticos trouxe a possibilidade de estabelecer relações entre a declividade e cobertura do solo com a área degradada, pois ao longo da análise dos resultados, nota-se a dimensão da voçoroca, o que transmite a ideia da grande quantidade de perda de material que é transportado pelo escoamento superficial atingindo diretamente o rio.

Por fim, nota-se que o uso de drone em campo traz diversos benefícios para a pesquisa, principalmente no que diz respeito à agilidade e praticidade que o mesmo apresenta na obtenção de imagens aéreas. Assim sendo, recomenda-se que tanto órgãos gestores, quanto profissionais da área acrescentem este tipo de ferramentas nas pesquisas, com objetivos de fazer uma análise ambiental e recuperar as áreas que apresentem algum tipo de degradação na superfície terrestre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 11/06/2018

CASTRO, U.N.; NEVES, S.R. de A.; SILVA, L.F.T.C. da; MENDES, S.P.; GUERRA, A.J.T. Mapeamento de feições erosivas e cicatrizes de escorregamentos por unidades de relevo na sub-bacia do rio Sana (Macaé-RJ). Revista de Geografia, UFPE, v. especial, n.3, p.18-30, 2010.

COELHO NETTO, A.L.; SATO, A.M.; AVELAR, A.S.; VIANNA, L.G.G.; ARAÚJO, I.S.; FERREIRA, D.L.; LIMA, P.H.; SILVA, A.P.A.; SILVA, R.P. January 2011: the extreme landslide disaster in Brazil. II World Landslide Forum, Roma, International Programme on Landslides (IPL), 2011, 6p.

Garritano, F.N., Diagnóstico de erosão por voçorocas na bacia do Alto Rio Pirai, município de Rio Claro –RJ. Monografia em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

GARRITANO, F. do N.; LOUREIRO, H.A.S.; SANTOS, D. da S.; GUERRA, A.J.T. Mapeamento da erosão: análise e caracterização de uma voçoroca através do uso de imagens aéreas obtidas com drone. Anais II WORKSHOP INTERNACIONAL ARTE E CIÊNCIA. Rio de Janeiro RJ, *no prelo*.

GUERRA, A.J.T. ; CUNHA, S.B.; (Org.). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2015. 472 p.

GUERRA, A.J.T. Erosão dos Solos e Movimentos de Massa: Abordagens Geográficas. Rio de Janeiro: CRV, 2016. 219p.

LIMA, R.N. de S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da geomorfologia. Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v.3, n.5, p.17-30, jul/dez. 2012. (ISSN 21790-4510).

LOUREIRO, H.A.S.; FERREIRA, S.M. O papel das geotecnologias no estudo de feições erosivas e de movimentos de massa no Brasil. In: GUERRA, A.J.T.; JORGE, M. do C.O. (Orgs.). Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. pp.95-125.

MARCHIORO, E.; OLIVEIRA, J.C. Evolução espaço-temporal de voçorocas às margens da rodovia ES-482 em Alegre (ES). Revista Geonorte, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.125-130, 2014. (ISSN 2237-1419).

NUNES, G.F.R., Comparação das propriedades químicas e físicas dos solos em área degradada e de reflorestamento na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras – Rio Claro, RJ. Monografia em Geografia. UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

PÉREZ, E.; GARCÍA, P. Monitoring soil erosion by raster images: from aerial photographs to Drone taken pictures. European Journal Of Geography, Europa, v. 7, n. 5, p.117-129, fev. 2017.

SALGADO, Juliano Godoy. Mapeamento de voçoroca utilizando geotecnologia de levantamento por Drone. In: II SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA, 2, Juiz de Fora, 2016.