



**LEVANTAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS POR PROCESSAMENTO  
DIGITAL DE IMAGENS CAPTURADAS POR VANT E USO DE  
FOTOGRAMETRIA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

Bruno da Silva Souza<sup>1</sup>; Priscylla Karoline de Menezes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduando no curso de Pós-graduação em Geografia e Análise Ambiental.

<sup>2</sup>Orientadora.

## **Resumo**

As alterações ambientais decorrentes de ações humanas e naturais acontecem de forma cada vez mais acelerada, demandando respostas eficazes e na mesma velocidade para que sejam minimizados os impactos ambientais. O uso de veículos aéreos não tripulados (VANT's) pela população explodiu nos últimos anos e a evolução da tecnologia proporcionou uma nova possibilidade de levantamento da cobertura terrestre por meio dessas ferramentas, que apresentam alguns pontos positivos frente as técnicas tradicionais de fotogrametria como o baixo custo, velocidade do mapeamento e alta resolução espacial, principalmente para o estudo de pequenas áreas. O objetivo deste trabalho foi analisar a capacidade de levantamento visual de impactos ambientais pela observação de mapas gerados pela sobreposição de fotos georreferenciadas obtidas em sobrevoo de um VANT em uma área degradada e posteriormente processadas pelo software Agisoft PhotoScan para que fossem gerados o Modelo Digital de Elevação, curvas de nível e a Ortoimagem da área alvo, buscando identificar possíveis patologias ambientais no local. Os resultados se mostraram satisfatórios evidenciando o potencial da utilização do equipamento em pequenas áreas e o nível de detalhamento atingido pelos dados gerados ficaram dentro do esperado, possibilitando a identificação de danos ambientais presentes no local, proporcionando o apontamento de diversas medidas mitigadoras visando a recuperação da área degradada encontrada no Parque Recreativo Sucupira, em Planaltina, Distrito Federal.

**Palavras-chave:** Georreferenciamento; Modelo digital de Elevação; Drone.

## **INTRODUÇÃO**

As constantes mudanças no espaço geográfico ocorrem de forma significativa e cada vez mais rápida, oriunda de fenômenos naturais ou por atividades antrópicas. Tal velocidade dificulta o acompanhamento adequado e acentua a ocorrência da desatualização cartográfica. No início do Séc. XIX o método foi chamado de iconometria, metrofotografia e fototopografia. Hoje em dia há diversas formas para obtenção de dados e imagens aéreas da cobertura terrestre, dentre elas a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT). Devido à grande popularização desta tecnologia, mundialmente conhecidos como drones, houve uma grande mudança na forma como as pessoas obtinham dados de observação da cobertura terrestre.

Equipamentos dotados de sensores fotográficos e GPS ganharam o mercado e se popularizaram entre os consumidores, possibilitando acesso a uma nova forma de ver o mundo não apenas utilizando os drones para fotografia, mas também para obter informações de onde



habitam. Já para uso profissional, esses equipamentos podem ser aplicados para diversos fins, desde inspeção do trabalho (HAARBRINCK & KOERS, 2006), emergência ambiental, mapeamento de pastagens (LALIBERTE et al., 2010), monitoramento de pontes e pavimentos de estradas (CHEN, 2011), avaliação de câmera de pequeno formato para uso de aerolevanteamento (FERREIRA, 2014), gerenciamento de colheita (MESAS-CARRASCOSA et al., 2015), atualização de cadastro florestal (BRAZ et al. 2015), dentre outras.

As ortofotos obtidas com VANT constituem importante ferramenta para análise da problemática socioambiental na perspectiva de riscos e vulnerabilidades (BUFFON *et al.*, 2017). Na recuperação de áreas degradadas, um levantamento de campo adequado é primordial para o sucesso das ações corretivas da área. Entender os padrões e a dinâmica da cobertura da terra é essencial para compreender os efeitos das ações antrópicas na paisagem. Tais efeitos causam alterações locais e globais, sendo o seu entendimento ainda limitado (Jia et al., 2014). Surge então como alternativa a obtenção de imagens de alta resolução espacial por meio de VANT's capazes de capturarem imagens georreferenciadas que combinadas a técnicas de processamento de dados que dão origem a diversos cenários da área de estudo, como o Modelo Digital de Elevação (MDE), Modelagem espacial, Ortoimagem, Nuvem de Pontos, Cobertura Vegetal etc.

A utilização de VANT's para auxílio na fotogrametria proporciona rapidez e baixo custo frente às técnicas dominantes de mercado. Essa nova fronteira tecnológica pode causar grandes benefícios em diversos setores. No campo da recuperação de áreas degradadas, levantamentos podem ser onerosos financeiramente, causar dispendiosas horas de trabalho de campo, com inúmeras ferramentas e profissionais, aumentando o lapso temporal entre a obtenção de dados e a resposta para solucionar os problemas da área.

Desse modo, esta pesquisa teve por objetivo analisar a capacidade de levantamento visual de impactos ambientais pela observação de mapas gerados pela sobreposição de fotos georreferenciadas obtidas em sobrevoo de um veículo aéreo não tripulado (VANT) em uma área degradada e posteriormente processadas pelo *software* Agisoft PhotoScan para que fossem gerados o Modelo Digital de Elevação, curvas de nível e a Ortoimagem da área alvo, buscando identificar possíveis patologias ambientais no local.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, representada na Figura 1, se encontra no interior do Parque Recreativo Sucupira que está localizado no bairro de Vila de Fátima, na área norte de Planaltina DF, vizinho à Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE). A unidade é uma importante



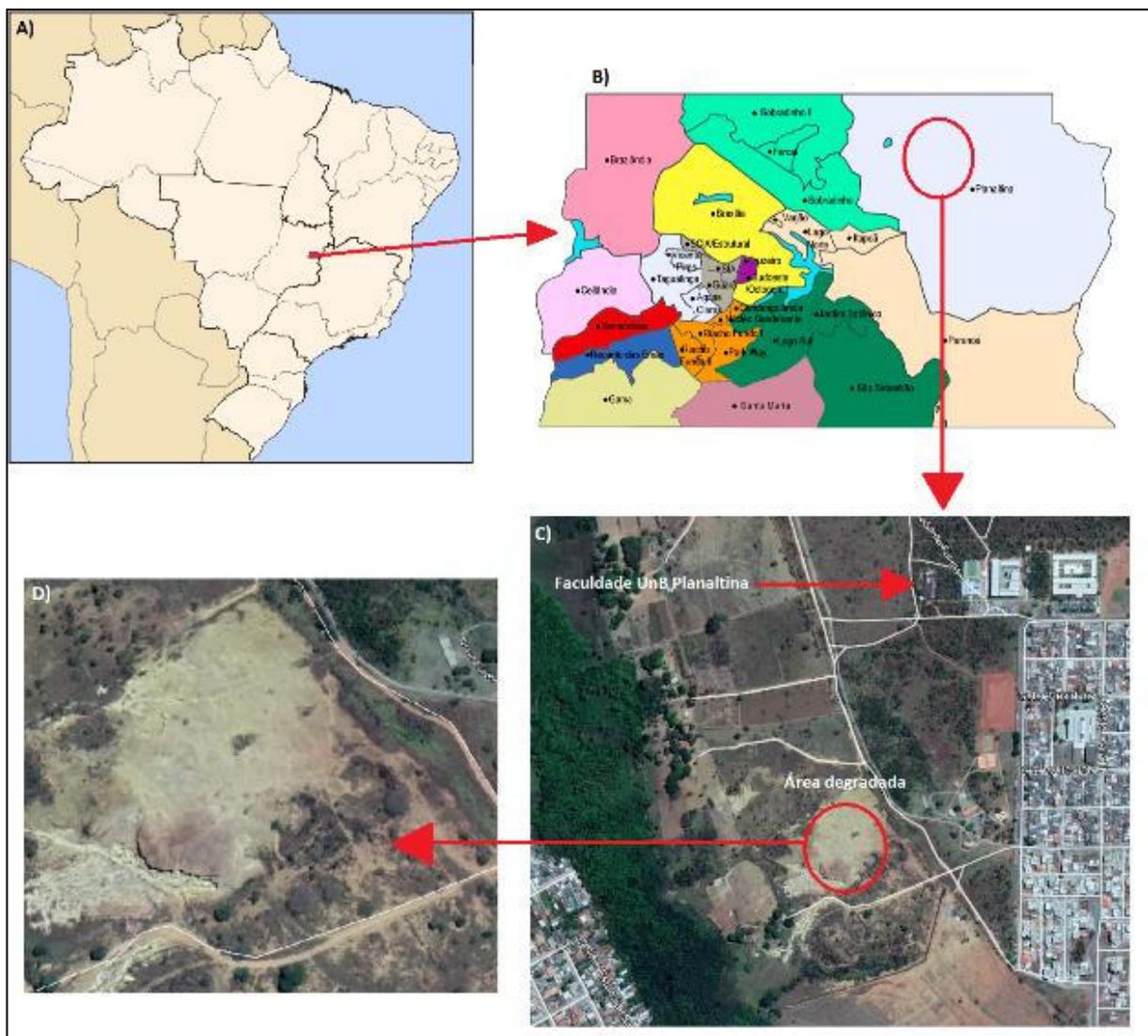
# IV Fórum Regional das Águas

## XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

zona de amortecimento entre a cidade de Planaltina e a Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), além de disponibilizar espaços para atividades artísticas, culturais, desportivas e de educação ambiental. A área degradada possui uma área total de 5,37 ha e está no local há pelo menos 15 anos sem atividade de mineração e em situação completamente degradada (NASCIMENTO DE ALMEIDA, et. al 2017). A Faculdade UnB Planaltina (FUP) está localizada ao lado do parque e oferece cursos diretamente ligados à temática ambiental, como a Gestão do Agronegócio e Gestão ambiental.

Figura 1: A) Mapa do Brasil, em destaque o Distrito Federal; B) Mapa do Distrito Federal, em destaque a região de Planaltina - DF; C) Localização da área de estudo; D) Ampliação da área de estudo



Fonte: Imagens obtidas e organizadas por Souza (2019).



# IV Fórum Regional das Águas

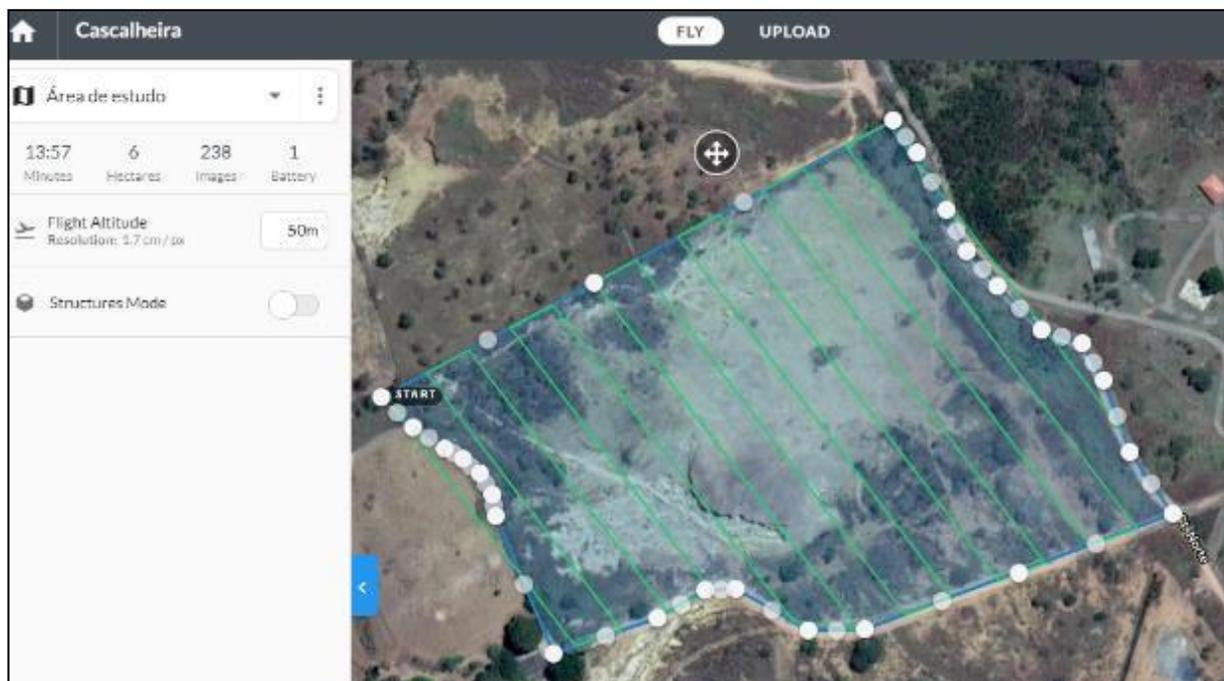
## XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

A FUP é fruto do processo de expansão da Universidade de Brasília (UnB), iniciado começo dos anos 2000 e que hoje conta com 3 campus: Ceilândia, Gama e Planaltina. Este último ficou responsável pela recuperação da área degradada objeto deste estudo, como pré-requisito para obtenção do licenciamento ambiental para construção de suas instalações cujas obras começaram em 2003. Apesar de não ter cumprido a condicionante, atualmente a instituição está em pleno funcionamento.

O processo de aquisição das imagens da área de estudo foi feito em etapas, começando com a definição do plano de voo; sobrevoo da área escolhida; processamento das imagens; adequação dos dados e geração dos mapas para a atividade a ser desenvolvida. Na etapa do plano de voo, foram definidos os atributos de delimitação da área, traçado de voo, altura de voo, velocidade, angulação e o modo de voo. Para a área escolhida foram necessários 13:57 minutos de voo, e a obtenção de 238 imagens que foram capturadas utilizando o VANT *Dji Mavic Air* para sobrevoar 6 hectares (Figura 2).

**Figura 2:** Tela do sítio DroneDeploy.com evidenciando o plano de voo para a área de estudo.



Fonte: Acervo Souza (2019).

O número de imagens, tempo de voo e quantidade de baterias necessárias variam de acordo com a delimitação da área a ser sobrevoada e do modelo do equipamento utilizado. O Software utilizado para definição do plano de voo foi o sítio *DroneDeploy.com*, que permite além de gerar planos de voos, o processamento das imagens, com algumas limitações de uso na



versão gratuita. Para análise da área de estudo foram utilizados os softwares *Quantum Gis 3.0*, *Agisoft Photoscan 1.4*, *Google Earth Pro*, e *Global Mapper 19*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas considerações teóricas, o objetivo deste estudo foi gerar um modelo digital de elevação (MDE), as curvas de nível do solo e a Ortoimagem com base no processamento dos dados georreferenciados coletados pelo VANT para auxílio na identificação dos impactos ambientais presentes e na definição de técnicas para recuperação da área degradada escolhida.

Como a geração dos mapas ocorre com a sobreposição de imagens para composição da ortofoto da área, a qualidade das imagens e sua posição contam muito para o sucesso do trabalho, e cada imagem deve ser verificada antes do início do processamento. Após levantar voo, o drone coleta os dados de GPS do local de partida para que sirva como parâmetro durante o voo. Em casos de projetos que necessitem de acurácia ainda maior, é recomendado o uso de pontos de controle ao longo a área, para que as coordenadas coletadas em campo sejam utilizadas no alinhamento das imagens no software para diminuir possíveis distorções dos dados. Na figura 3, podemos observar a localização da câmera e estimativa de erros. O erro Z é representado pela cor da elipse. Os erros X e Y são representados pela forma de elipse.

Figura 3: Acurácia adquirida com o sobrevoo a uma altura de 50m.



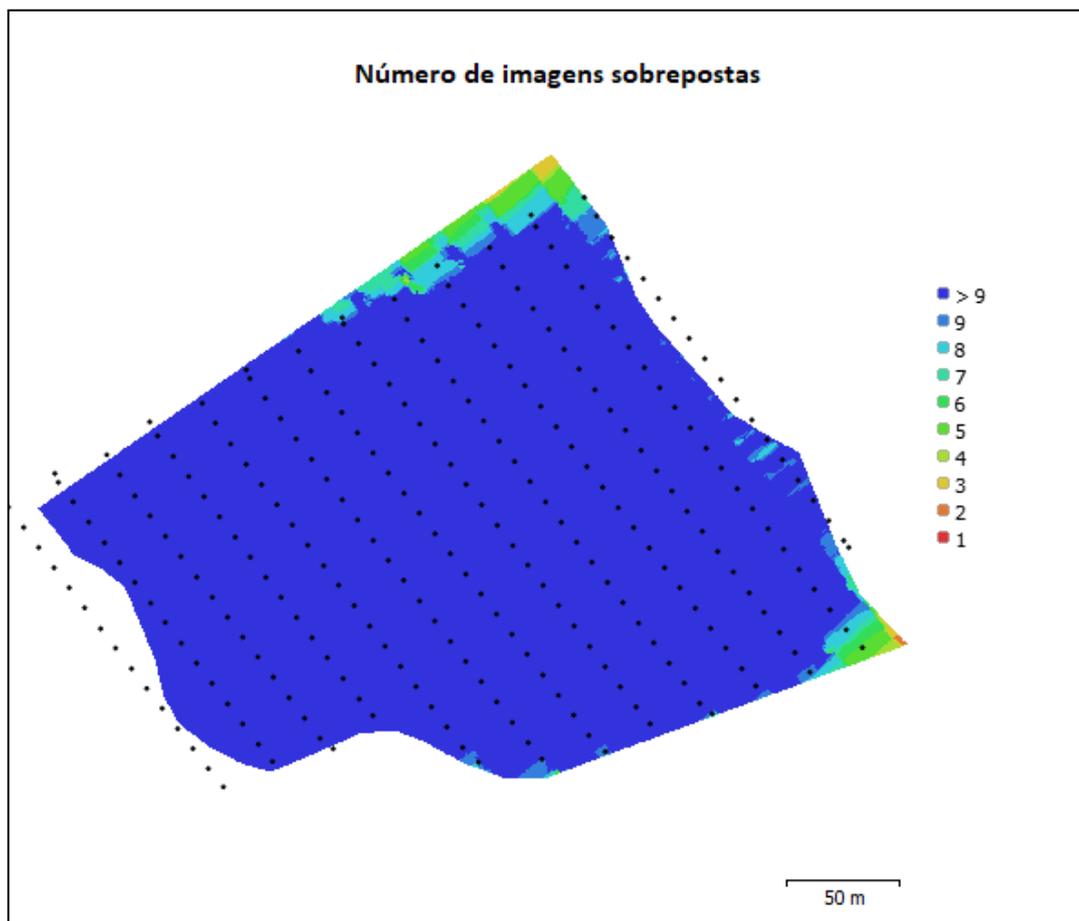
Fonte: Acervo Souza (2019).



Após o sobrevoo da área de estudo, o processamento foi feito utilizando o *Software Agisoft Photoscan*, em seis etapas: alinhamento das fotos, construção da nuvem de pontos, geração do modelo 3D do terreno, modelo de azulejos, construção do modelo digital de elevação e ortoimagem. O tempo depende da capacidade de processamento do computador, que varia de acordo com as configurações de hardware do equipamento.

A sobreposição (figura 4) refere-se à porcentagem da lateral e da frente. Sidelap é a porcentagem de sobreposição entre cada perna de um voo, enquanto que frontlap se refere à porcentagem de sobreposição entre uma imagem e a próxima. Quanto mais imagens georreferenciadas sobrepostas, mais acurácia terá o levantamento. Muitos operadores de drones ajustam a sobreposição de acordo com as necessidades do projeto em particular, obtendo um equilíbrio que cria a quantidade certa de precisão para os resultados do projeto.

Figura 3: localizações de câmeras e sobreposição de imagens.



Fonte: Acervo Souza (2019).

Após cumprida todas as etapas de processamento, através do software é possível a exportação dos dados em diversos formatos de arquivos para serem utilizados em outros



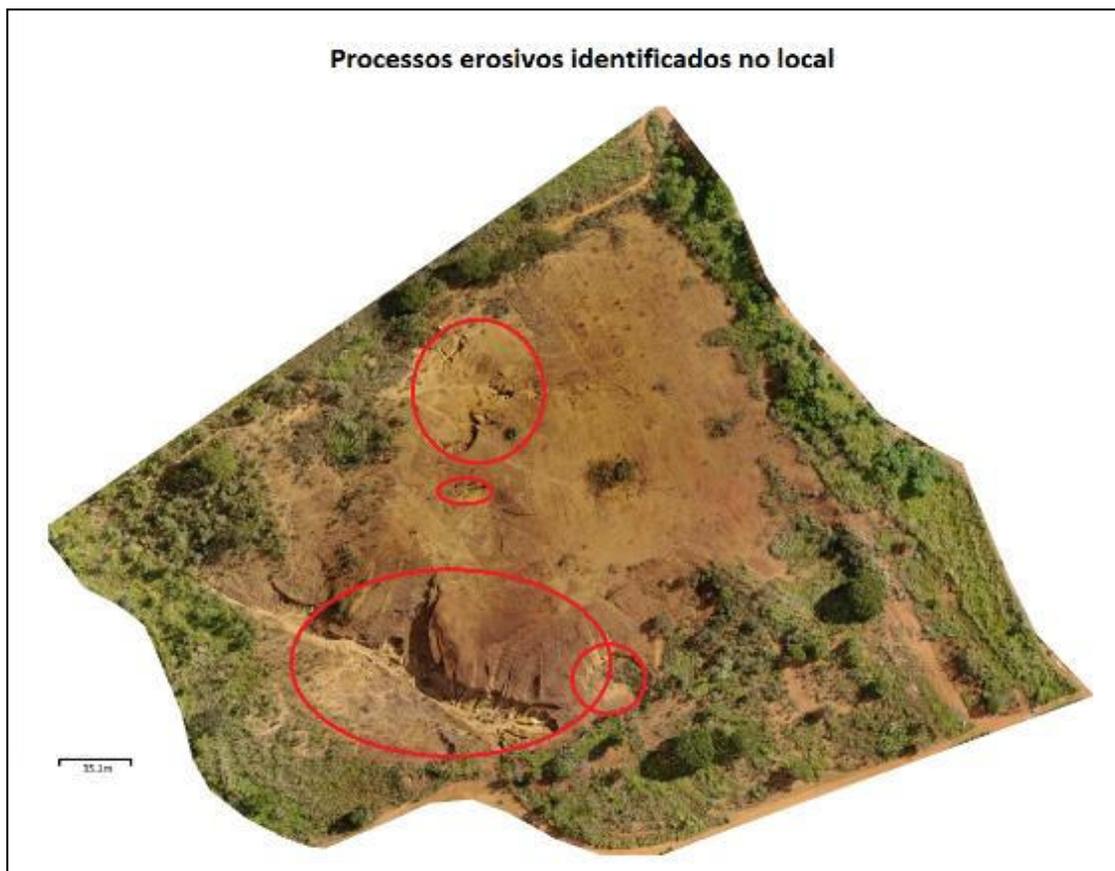
## IV Fórum Regional das Águas XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

softwares de geoprocessamento como o *Google Earth*, *ArcGis*, *QGis* etc. Para o estudo da área, foram escolhidos o Modelo Digital de Elevação (MDE), composição da ortofoto, e a elucidação das curvas de nível da área.

A Ortoimagem da área de estudo, obteve a resolução espacial de 2.12 cm por pixel, proporcionando visualização detalhada de vários processos erosivos e outros impactos ambientais presentes no local. Pela observação da ortofoto, ficou claro a ausência da cobertura vegetal no local, o que pode ser um dos fatores intensificadores do carreamento do solo, aumentando o número de erosões no local. Características pluviométricas concentradas associadas a outros elementos do meio físico como: tipo de solo, declividade, comprimento da rampa, forma da encosta e tipo de uso e ocupação do solo favorecem o surgimento de incisões erosivas. Portanto, o uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental intensificando os processos erosivos (SALAZAR, 2015). Na figura 5, estão destacados diversos pontos de erosão presentes no local, com diferentes níveis de intensidade.

**Figura 4: Processos erosivos por carreamento do solo do local.**



Fonte: Acervo Souza (2019).



# IV Fórum Regional das Águas

## XV Semana do Curso de Geografia

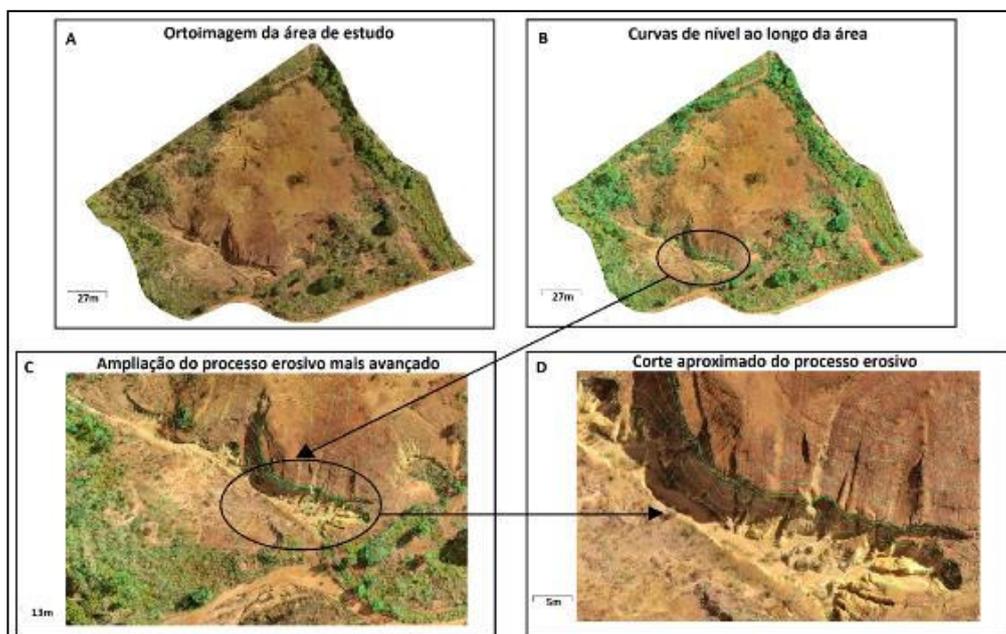
### Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Dentre as diversas formas de erosões, as voçorocas são as que causam os maiores danos, pois carregam nutrientes até a parte baixa e corpos d'água causando o empobrecimento das terras de forma acelerada, promovem o assoreamento dos rios e posterior inundação de casas próximas às margens, além de diminuir a área utilizável para agricultura e pecuária (MACHADO, 2007).

Oliveira (1999) define que os principais mecanismos responsáveis pela erosão em ravinas e voçorocas são: (a) destacamento das partículas de solo por impacto das gotas de chuva; (b) transporte de partículas do solo pelo escoamento superficial difuso e pelo fluxo concentrado; (c) erosão por queda-d'água (plunge pool erosion); (d) solapamento da base dos taludes; (e) liquefação das partículas de solo; (f) movimentos de massa localizados; e (g) arraste das partículas do solo por percolação em meio poroso e através de dutos (piping).

Na figura 6, podemos observar o maior processo erosivo da área, onde já se faz presente uma ravina, que se originou em função da alteração do escoamento superficial gerado pela ausência da cobertura vegetal na parte mais alta do terreno associado a declividade acentuada do local, o que torna a área mais susceptível a processos lineares de erosão hídrica, pois ao tocar o solo, a água oriunda da precipitação que não sofre processo de evaporação ou infiltração escoar por caminhos preferenciais no solo, provocando o carreamento de sua parte superficial e dando origem a processos erosivos por meio do transporte do solo de áreas mais altas para áreas mais baixas do relevo.

**Figura 6: A) Ortoimagem da área de estudo; B) Ortoimagem com as curvas de nível do terreno com variação de 1m; C) Corte da ortóimagem evidenciando erosão acentuada; D: Aproximação mais detalhada da erosão.**

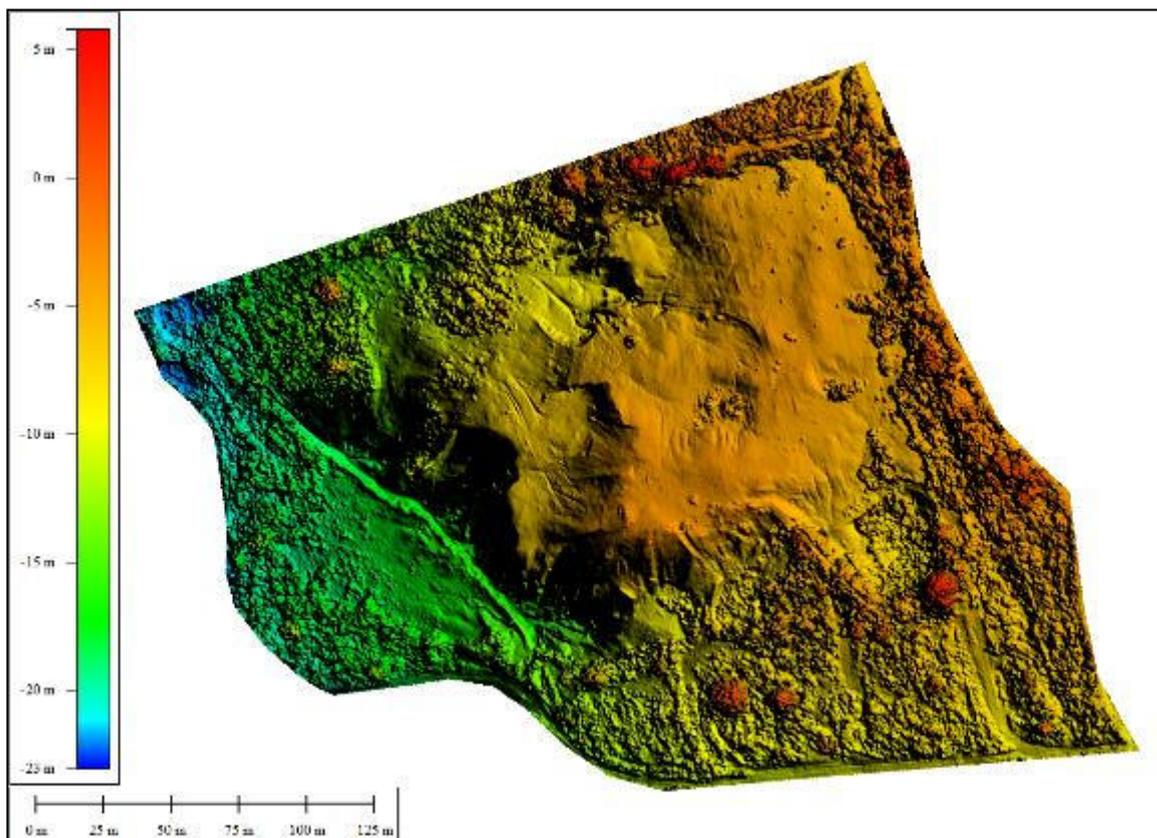


Fonte: Imagens obtidas e organizadas por Souza (2019).



O modelo digital de elevação (MDE), também chamado de modelo de elevação, descreve as elevações da superfície da área, identificando os pontos de aclave e declive existente, apresentado junto a um gradiente de cores que varia de acordo com a declividade do local (SOUZA; RÔMULO, DEBIASH; PAULA). É notório que a parte com maior elevação do terreno não conta com uma cobertura vegetal adequada para ajudar a absorver parte da energia da chuva ao tocar o solo, o que intensifica o escoamento superficial no local, fazendo com que a água procure pelo caminho preferencial no solo, formando sucros e posteriormente agravando ainda mais a condição do local. O modelo digital de elevação (MDE) evidencia esses caminhos preferenciais que a água tende a percorrer, facilitando assim ações mais pontuais para correção da dinâmica da água no local (Figura 7). As mudanças na altitude do terreno, associadas à ausência de cobertura vegetal, deixam claro que local possui áreas com potencial erosivo por ação da água, o que ocorre na área de estudo.

Figura 5: Altimetria da área de estudo.



Fonte: Acervo Souza (2019).

Podemos citar uma importante vantagem que o MDE obtido por dados coletados pelo VANT apresenta em relação àqueles disponíveis gratuitamente na internet: a sua elevada



resolução espacial, que possibilita sua utilização ou modelagem 3D de forma mais detalhada e o entendimento de certas relações que ocorrem na paisagem (Isioye & Jobin, 2012). A resolução temporal das aeronaves é outro diferencial, pois permite a escolha do período de repetição do levantamento facilitando o acompanhamento dos alvos ao longo do tempo (FIGUEIRA & OLIVEIRA, 2013). Para levantamento e diagnósticos de impactos ambientais é ainda mais interessante, pois o acompanhamento da área é de suma importância para o sucesso do projeto de recuperação, e com o auxílio do VANT, o tempo gasto para visitação de toda área é muito menor, se comparado a visita técnica e fotografia de toda área pela equipe contratada. Na tabela 1, há alguns dos impactos ambientais identificados nesta área de estudo que conseguimos identificar com o auxílio dos dados produzidos pelo VANT.

**Tabela 1: Impactos identificados e apresentação de medidas mitigadoras.**

<b>Impactos identificados</b>	<b>Medidas mitigadoras propostas</b>
Ausência de cobertura vegetal do solo	Plantio de espécies primárias de crescimento rápido, sucedido das espécies secundárias
Carreamento do solo para partes mais baixas	Aplicação de curvas de nível ao longo da área para facilitar a infiltração e diminuir a velocidade do escoamento superficial
Formação de erosões no solo do local	Pode ser utilizado técnicas de barreira física para conter os sedimentos interno da erosão e controlar a descida do material que vai para as partes mais baixas do terreno.

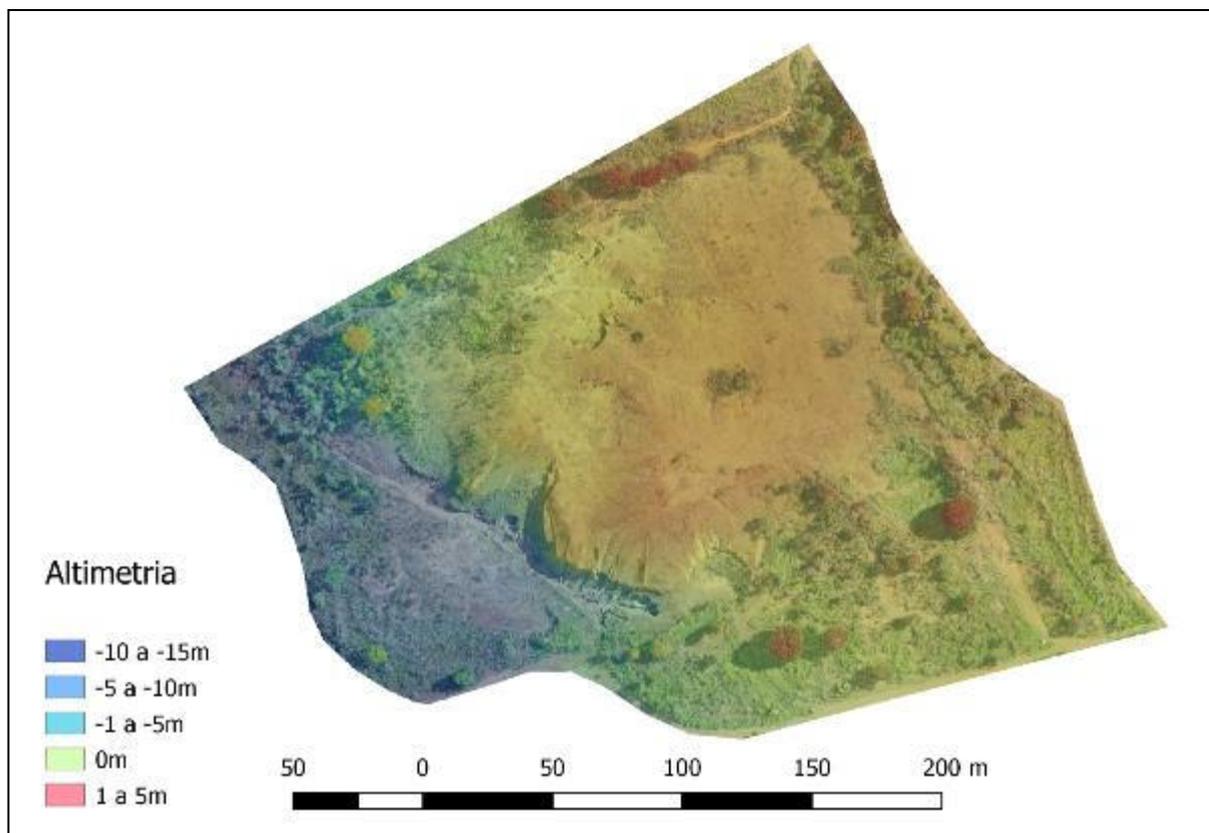
Fonte: Souza (2019)

Além das medidas mitigadoras citadas acima, também podem ser utilizadas técnicas de barreira física para conter os sedimentos internos da erosão. Outra alternativa também seria, após a mudança da dinâmica do escoamento a montante do processo erosivo, que fossem feitos aterramentos e compactação do solo no local, seguidos de plantio de espécies de crescimento rápido e com grande desenvolvimento radicular, afim de assegurar a presença do solo no local onde ele se encontra. Segundo Brandão (1985), quando a perturbação diminui, as espécies nativas são capazes de colonizar a área, facilitando o retorno da fauna, contribuindo para a recuperação do ambiente.



Contudo, toda técnica de controle por meio de barreiras físicas só será eficiente se antes for feito o controle da água a montante do processo erosivo. Nesse caso podem ser feitas canaletas para drenar o fluxo da água para outro lugar de solo mais estável. É fundamental consorciar essas técnicas com outras técnicas edáficas ou biológicas, bem como, mecânicas para contenção da erosão (NARDIN et. Al, 2010). A depender do tamanho da área e das condicionantes do levantamento de dados, é possível ter um panorama de toda a área de interesse, como podemos ver na figura 8.

**Figura 6: Mapa de altimetria aliado a ortoimagem da área, evidenciando pontos baixos onde o solo do local foi lixiviado possivelmente pelas águas oriundas da precipitação de chuva no local.**



Fonte: Acervo Souza (2019).

Na figura 8, o cruzamento da ortofoto com o modelo digital de elevação da área demonstra que a erosão está avançada, ocasionada por meio do carreamento do solo por ação da água no local. A imagem também evidencia a importância da cobertura vegetal do solo: onde não há presença de vegetação, se agravam os processos erosivos, que tendem a aumentar a cada estação chuvosa na região se nada for feito.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo teve como principal objetivo avaliar a capacidade de obtenção de dados obtidos por VANT para a identificação de impactos ambientais, através da geração de ortoimagens e mapas altimétricos da área de estudo. A utilização de VANT para obtenção de dados e imagens de áreas afetadas por alguma degradação ambiental pode ser de grande valia, haja vista que proporciona um mapeamento financeiramente atraente, rápido e conciso com a realidade para as mais diversas temáticas de interesse. Destaca-se no estudo o papel dos VANT's para questões de planejamento ambiental a curto e médio prazo e para questões de monitoramento de projetos de recuperação de áreas degradadas.

Os resultados foram satisfatórios e os mapas e imagens gerados atenderam às exigências para conhecimento dos impactos ambientais que a área sofre: erosões por toda a área causando o carreamento do solo e ausência da cobertura vegetal na maior parte do terreno.

A degradação que a área sofre pode ser contornada com diversas medidas mitigadoras, como o emprego de curvas de nível no solo e bolsões para conter e aumentar a infiltração da água de chuva, para logo após a estabilização do solo seja possível o emprego de outras medidas como o plantio de espécies primárias com crescimento rápido nos locais sem cobertura vegetal, sucedido da inserção de espécies nativas do cerrado para que não se perca a integração ambiental do local.

Portanto, os dados obtidos pelo VANT se mostraram satisfatórios para a avaliação dos impactos ambientais ocorrentes, o que evidencia ainda mais o potencial que a tecnologia trás para a sociedade. Vale destacar também o potencial de inspeção de áreas de risco e de difícil acesso que proporciona o uso desta tecnologia. Desde que respeitado os padrões e adequações de acurácia para cada atividade de interesse, os VANT's podem ser uma ótima alternativa para levantamentos de dados e acompanhamento de projetos em diversos campos de atuação.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; SILVA, N.L. e BEZERRA, T.S. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e povoamentos em áreas degradadas: Quixeramobim - CE. In: **Revista Brasileira de Agroecologia**, vol. 2, n. 2, p.1592-1595, 2007.

BRAZ, Adalto M., BORGES, Josué Pedro S., BERNARDES, Deany Cristina S., e TEREZAN, Luiz Henrique. Análise da aplicação de VANT na atualização de cadastro florestal com uso de pontos de controle. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**: João Pessoa: INPE,2015. p. 6381-88.



BUFFON, Elaiz; SAMPAIO, Tony e PAZ, Otacílio. **Veículo aéreo não tripulado (VANT): aplicação na análise de inundações em áreas urbanas.** GOT [online]. 2018, n.13, pp.85-108. ISSN 2182-1267. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17127/got/2018.13.004>. Acessado em 20 de março de 2019.

Chen, Shen-Em, Rice, Corey, Boyle, Chuck, Hauser, Edd, and Philbrick, Brian. **Small-format aerial photography for highway-bridge monitoring.** *Journal of Performance of Constructed Facilities* 25.2 (2011): 105-112.

BRANDÃO, M. **Plantas Invasoras de Pastagens no município de Cantagalo-RJ.** In **XXXVI Congresso de Botânica.** Sociedade de Botânica do Brasil. Curitiba, 1985.

Ferreira, Alexandre M.R. **Avaliação de câmara de pequeno formato transportada por Veículo Aéreo não Tripulado - VANT, para uso em aerolevantamentos.** *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, 2014.

Figueira, N. M.; Oliveira, L. C. De. **Super-resolução: técnicas existentes e possibilidade de emprego às imagens do Vant vt-15.** *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 30, p. 3-19, 2013.

Nascimento de Almeida, Alexandre & Gebrim Rodrigues, Nikolas & Angelo, Humberto. (2017). **Recuperação ambiental da cascalheira do Parque Recreativo Sucupira (Planaltina, Distrito Federal, Brasil).** *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*. 4. 203-217. 10.21438/rbgas.040720.

Haarbrinck, R.B., and Koers, E. **Helicopter UAV for photogrammetry and rapid response.”** *InSecond International Workshop: The Future of Remote Sensing*, Antuérpia. Bélgica, 2006.

Isioye, A. O.; Jobin, P. **An Assessment of Digital Elevation Models (DEMs) From Different Spatial Data Sources.** *Asian Journal of Engineering, Sciences & Technology*, v. 2, n. 1, 2012.

Jia, K.; Liang, S.; Wei, X.; Yao, Y.; Su, Y.; Jiang, B.; Wang, X. Land cover classification of Landsat data with phenological features extracted from time series modis NDVI data. *Remote Sensing*, vol. 6, n. 11, p. 11518-11532, 2014.

Laliberte, Andrea S., Herrick, Jeffrey E., Rango, Albert, and Winters, Craig. **Acquisition, orthorectification, and object-based classification of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery for rangeland monitoring.** *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* Vol. 76, No. 6, junho, 661-672, 2010.

Lima, R.L.F.A.; Salcedo, I.H. e Fraga, V.S. (2007) - **Propágulos de fungos micorrízicos arbusculares em solos deficientes em fósforo sob diferentes usos, da região semi-árida no nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 31, n. 2, p. 257-268. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000200008>>. Acesso em 21 de março 2019.

LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.**



# IV Fórum Regional das Águas

## XV Semana do Curso de Geografia

Águas urbanas: sensibilização ambiental e gestão dos recursos hídricos

Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2010, 148 p.

MELO JUNIOR, Carlos Mariano et al. **Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital.** *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 211-226, set. 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212018000300211&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212018000300211&lng=en&nrm=iso). Acesso em 21 de março 2019.

Mesas-Carrascosa, Francisco-Javier, Torres-Sánchez, J., Clavero-Rumbao, I., García-Ferrer, A., Peña, J., Borra-Serrano, I. and López-Granados, F. **Assessing Optimal Flight Parameters for Generating Accurate Multispectral Orthomosaics by UAV to Support Site-Specific Crop Management.** *Remote Sensing* 7-10 (2015): 12793.

NARDIN, C. F. SILVA, A. H. JÚNIOR, R. A. P. RODRIGUES, S. C. **Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas.** *Revista de Geografia.* Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, set. 2010.

S. A.; RÔMULO, DEBIASI; PAULA. **Geração do Modelo Digital de terreno na UFRRJ através de Software fotogramétrico livre.** Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.