

Drone e vants como ferramenta para levantamento de áreas de difícil acesso

Drone and vants as a tool for surveying hard-to-reach areas

DOI:10.34117/bjdv7n12-374

Recebimento dos originais: 12/11/2021

Aceitação para publicação: 10/12/2021

Nicolas Roberto Neckel

Universidade Estadual de Maringá
E-mail: nicolas_neckel@hotmail.com

Gabriela Moia Vivian

Universidade Estadual de Maringá
E-mail: Gabrielamvivan@gmail.com

Ana Claudia Valério Soares

Universidade Estadual de Maringá
E-mail: anaclaudiavsoares@gmail.com

Renan Henrique Oliveira Longhini

Universidade Estadual de Maringá
E-mail: rrlonghini@gmail.com

Igor José Botelho Valques

Universidade Estadual de Maringá
E-mail: ijbvalques@uem.br

RESUMO

O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTS) tem se mostrado uma eficiente ferramenta em levantamentos de áreas de difícil acesso. Estes ambientes fazem parte da paisagem das cidades, como por exemplo: zonas industriais abandonadas, córregos, parques, espaços de ocupação informal, locais expostos a partículas tóxicas e outros. O planejamento ambiental é o dispositivo utilizado como ferramenta na qualificação dos espaços, isto é, cria diretrizes para melhorar a eficiência dos diversos sistemas urbanos. A ausência do conhecimento científico tem sido relatada por profissionais do meio ambiente e políticos no momento de embasamento do planejamento urbano (Melo *et al.*, 2020). A Ecologia da Paisagem é a ciência que dispõe conhecimento sobre as relações sistêmicas e integradas coexistente nas cidades. Esta, busca analisar o território e estruturá-lo considerando as esferas ambientais, econômicas e sociais (VASCONCELLOS, 2015). Face ao exposto, para produzir um planejamento urbano coerente é necessário atender a etapa de levantamento. Projetos que desconsideram o uso dos dados captados pela tecnologia do sistema VANTS em áreas remotas colaboram para uma gestão urbana inconsistente que traça diretrizes especulativas. Uma vez que, não pondera a realidade local de forma holística e utiliza da subjetividade do projetista como parâmetro na tomada de decisões. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar um levantamento a partir do sistema VANTS em um trecho sobre um córrego urbano em Maringá-PR, na qual supõe a partir de imagens fornecidas por satélites a formação de

uma erosão. O processo realizado permitiu o reconhecimento da área em questão sem necessitar o acesso da equipe. Foi adotado como metodologia o *Object Oriented Photogrammetry VANT Programming*, isto é, levantamento da área por fotogrametria, que fornece um arquivo digital em nuvem de pontos passível de ser exportado para outros *softwares*. Assim, relatou que o dispositivo é eficaz para as engenharias, principalmente por fornecer informações coerentes sobre o sítio, como mapas verificáveis que apontam a densidade vegetal, bem como sobre declividade e ainda disponibilizar fotografias aéreas. O resultado encontrado foi satisfatório e necessário para constatar que o escoamento superficial de água pluvial está provocando a movimentação de terra, criando erosões no encontro da margem com o leito e assoreamento, ou seja, o transporte e acúmulo de sedimentos, no caso no eixo do córrego; conformando uma espécie de duplicação do corpo d'água. Além disto, constatou que a Área de Preservação Permanente é inferior em metragem em vista do que é solicitado em Lei Federal, bem como a Área de Preservação Permanente 2 que determina 60 metros de raio para instalação da via paisagística, conforme exige a Lei Municipal. Ainda, a partir das imagens aéreas foi possível relatar um considerável volume de resíduo sólido descartado no local. Portanto, o uso de dispositivo apresenta potencial para ser empregado particularmente em áreas de difícil acesso que fazem parte da paisagem urbana.

Palavras-chave: VANTs, Levantamento, Planejamento Urbano.

ABSTRACT

The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) has proven to be an efficient tool in surveys of areas of difficult access. These environments are part of the landscape of cities, such as: abandoned industrial areas, streams, parks, informal occupation spaces, places exposed to toxic particles and others. Environmental planning is the device used as a tool in the qualification of spaces, that is, it creates guidelines to improve the efficiency of the various urban systems. The absence of scientific knowledge has been reported by environmental professionals and politicians when it comes to the foundation of urban planning (Melo et al., 2020). Landscape Ecology is the science that provides knowledge about the systemic and integrated relationships coexisting in cities. This, seeks to analyze the territory and structure it considering the environmental, economic and social spheres (VASCONCELLOS, 2015). Given the above, to produce a coherent urban planning is necessary to meet the survey stage. Projects that disregard the use of data captured by the VANTS system technology in remote areas collaborate to an inconsistent urban management that outlines speculative guidelines. Since it does not consider the local reality in a holistic way and uses the designer's subjectivity as a parameter in decision making. Therefore, the objective of this work is to conduct a survey using the UAV system in a stretch over an urban stream in Maringá-PR, which assumes, based on satellite images, the formation of erosion. The process allowed for the recognition of the area in question without requiring the access of the team. The methodology adopted was the Object Oriented Photogrammetry VANT Programming, i.e., survey of the area by photogrammetry, which provides a digital file in a point cloud that can be exported to other software. Thus, he reported that the device is effective for engineering, mainly by providing coherent information about the site, such as verifiable maps that point to the vegetation density, as well as slope, and also making available aerial photographs. The result found was satisfactory and necessary to verify that the superficial rainwater runoff is provoking earth movement, creating erosion at the meeting of the margin with the bed and silting, i.e., the transport and accumulation of sediments, in the case of the stream's axis; forming a kind of duplication of the body of water. Moreover, it was found that the

Permanent Preservation Area is smaller than what is required by Federal Law, as well as the Permanent Preservation Area 2, which determines 60 meters of radius for the installation of the landscaping path, as required by Municipal Law. Furthermore, from the aerial images it was possible to report a considerable volume of solid waste discarded at the site. Therefore, the use of the device presents potential to be employed particularly in areas of difficult access that are part of the urban landscape.

Keywords: UAVs, Survey, Urban Planning.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de drones e VANTS (Veículos Aéreos Não Tripulados) para levantamentos topográficos de projetos voltados à arquitetura e ao planejamento urbano vem se popularizando em ritmo acelerado durante a última década: o aumento do tempo de voo, com o advento de baterias de maior carga, permitindo voos mais longos, aliado à possibilidade de acoplar, nestes equipamentos maiores cargas - como câmeras de alta definição, sensores térmicos e dispositivos diversos - permitem uma coleta de dados rápida, com pouca interferência em locais de risco ou difícil acesso e de alta precisão, auxiliando na tomada de decisões de um projeto, ou expondo dados para acompanhamentos de recortes em tecidos urbanos. (TOSCHI *et al.*, et al, 2017)

Os dados gerados a partir de levantamentos com VANTS podem captar informações verticais e horizontais com precisão mínima e máxima de 0,022 m à 0,004 m. A coleta de dados permite a reconstrução tridimensional automatizada do objeto de estudo, exportando-os diretamente para softwares de mercado. Os resultados são superiores quando comparados aos recursos de imagens fornecidos por satélites, que usam recursos visuais disponível em diretórios internacionais, em baixa resolução; estes, produzem dados bem menos precisos, que giram em torno de 2,000 m à 0,080 cm na horizontal (PEDREIRA, 2017), não satisfazendo as diretrizes do Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrica dos Pontos Cotados para a produção de Produtos Cartográficos Digitais (Decreto nº 89.817/84).

A avaliação da espacialidade a partir de indicadores de realidade aumentada sustenta dados verificáveis. Temática relevante para o urbanismo sustentável que busca o ordenamento e o gerenciamento do território (CECAGNO *et al.*, 2020). Desta maneira, o mapeamento gerado como produto final dos veículos aéreos não tripulados possibilita o monitoramento do ambiente urbano; servindo como base científica para Ecologia da

Paisagem, disciplina fundamental que estuda a qualificação dos espaços livres com enfoque ecológico (MENEGUETTI, 2007).

O planejamento ambiental é o instrumento utilizado por esta matéria como ferramenta que dispõe diretrizes em busca de realidades que consideram as esferas sociais, econômicas ao mesmo tempo em que possibilita a manutenção da natureza. Este, estrutura-se a partir de etapas, iniciando com a fase do levantamento de dados e mapeamento temáticos para diagnóstico do local.

Neste trabalho, será apresentado dados captado através do sistema VANT em um trecho do córrego Ribeirão em Maringá - PR que apresenta uma paisagem pitoresca com barreiras físicas e visuais. O segmento faz parte dos mais de 70 km de extensão dos fundos de vale do município, de acordo com Meneguetti (2009) e foi selecionado por aparentar o desenvolvimento de um processo erosivo a partir de avaliação da ortofoto disponibilizada pela prefeitura municipal. Deste modo, o objetivo da pesquisa foi verificar as informações existentes sobre o espaço e proporcionar dados mais realísticos na etapa de levantamento do sítio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Em aproximação ao objeto de estudo, é classificado que o recorte se encontra na bacia hidrográfica do Ribeirão Maringá, que “está localizada na porção norte do município de Maringá entre as latitudes 23° 16’ e 23° 26’ S, e Longitudes 51° 55’ e 51° 31’ W” (COELHO, 2007. p.05), vide Figura 01. O corpo hídrico segue pela área rural em direção ao norte e deságua no rio Pirapó (BIAZIN, 2005). O ponto escolhido para levantamento de dados a partir do emprego do sistema VANTS, figura 02, em vermelho, encontra-se dentro da malha urbana, em um segmento do córrego Ribeirão Maringá, localizado na região noroeste urbana do município; nas proximidades do Cemitério Parque, situado nas coordenadas: 23°23'46.5" S 51°57'54.4" W.

Figura 1: Mapa de localização. Fonte: Adaptado pelos autores a partir de Biazin (2005, p.30). 2020

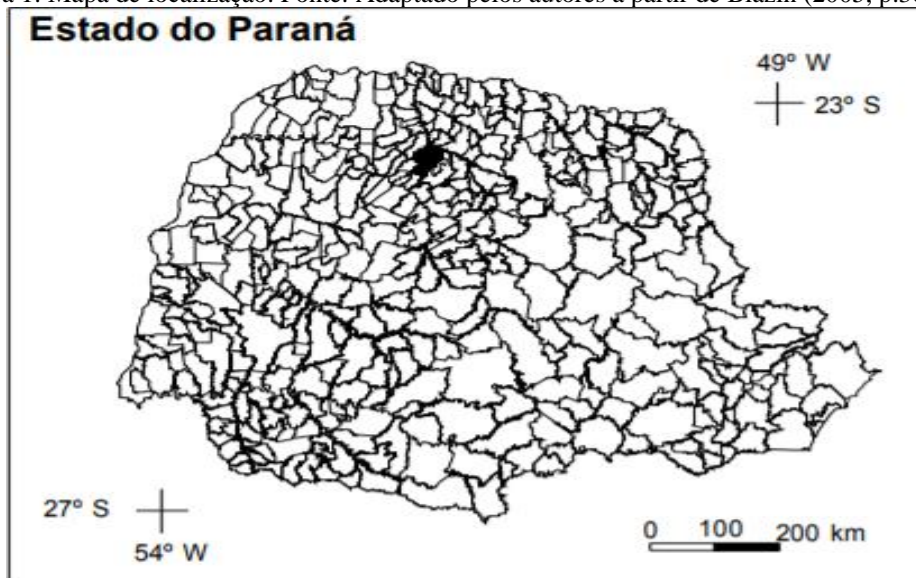


Figura 2: Mapa de localização. Fonte: Acervo pessoal adaptado pelos autores a partir imagens de satélites fornecidas pela Prefeitura Municipal de Maringá, 2020



Relata-se no contexto espacial a Avenida Dep. José Alves dos Santos que se situa perpendicularmente ao córrego e abriga uma rede de torres transmissoras de energia elétrica locadas sobre um canteiro central de 18 metros de largura, responsável por intensificar escoamento d'água em direção ao córrego. Na figura 03 e 04 analisa-se a movimentação de sedimentos no leito do córrego provocado por este encontro. Ainda, soma-se no perfil transversal um processo de assoreamento formando a duplicação do corpo hídrico.

Figura 3 e 4: Ortofoto sobre o córrego Ribeirão Maringá. Fonte: adaptado pelos autores a partir imagens de satélites fornecidas pela Prefeitura Municipal de Maringá, 2020



Figura 5: Perspectiva da Avenida Deputado José Alves dos Santos. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



Face as imagens fornecidas por satélite, pressupõe-se, em um primeiro momento, que o corpo hídrico criaria um corredor verde recortando o tecido urbano com um padrão de vegetação mais intensa e preservada em um raio de 30 metros de margem do córrego, em conformidade com o estabelecido pelo primeiro Plano Diretor da cidade em 1968, configurando-se a área de preservação Permanente, o que, conforme tratado na análise do levantamento in loco, não se configura. Na sequência espacial, com a metodologia

pautada em satélite, presume-se erroneamente a existência de mais 30 metros de vegetações rasteiras, provenientes do Plano de Diretrizes Viárias disposto em 1979 de Maringá que solicitou 60 metros de área de preservação Permanente (MENEGUETTI, K. 2007), não podendo ser observada. ainda, a existência um modelo de fechamento da via paisagística, realizado em alambrado ou mureta de alvenaria, como é exigido pela prefeitura.

Este conjunto, em suma, dá forma a uma área de difícil acesso, com uma paisagem pitoresca e possíveis sintomas de um sistema hidrológico com perturbações - Kevin Lynch (1960) classificaria a região como um limite, isto é, na legibilidade da paisagem o corpo hídrico cria uma quebra linear visual e que impossibilita a permeabilidade à circulação.

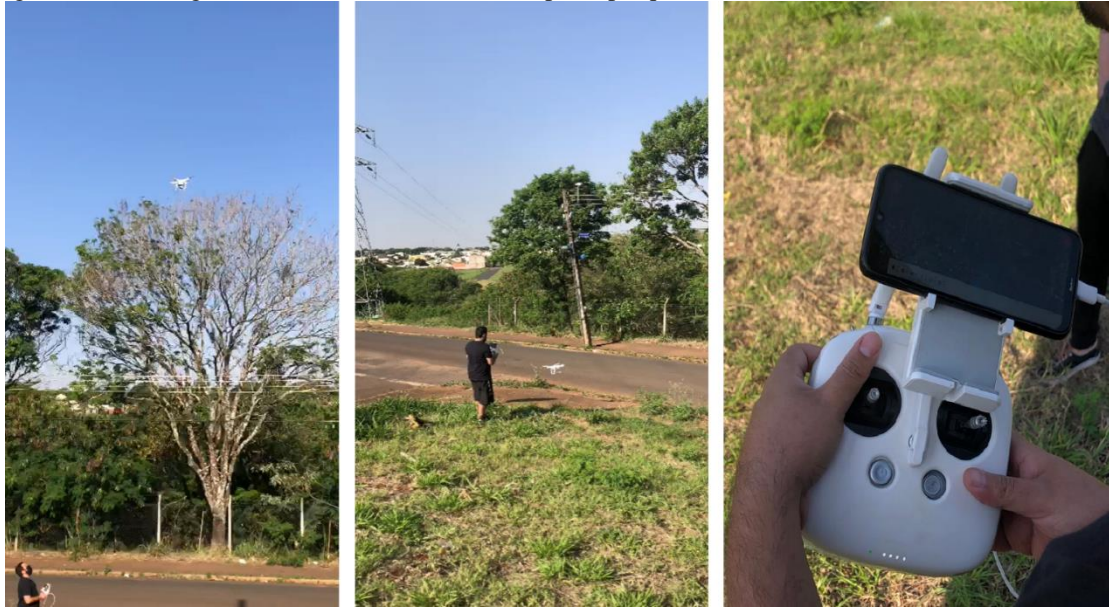
A sobreposição das informações do sítio existente com as normativas municipais induz o projetista a considerá-las de acordo com o que foi fornecido. Mas, neste trabalho, buscou-se aprofundar e confrontar o acervo existente. Portanto, foi utilizado como metodologia para o levantamento real *in loco* o item denominado *Object Oriented Photogrammetry VANT Programming*, que possibilita a geração de um arquivo digital em nuvem de pontos voltada à objetos arquitetônicos e recortes topográficos pré-determinados.

O levantamento de áreas por fotogrametria, de acordo com Fritsch (1999), é uma metodologia de aquisição e processamento de imagens fotográficas que visa a determinação de formas, coordenadas e características geométricas a fim de gerar modelos virtuais tridimensionais. A fotogrametria é, portanto, um mecanismo da mensuração do campo de geodesia, utilizando sensoriamento remoto [SR] para obter informações geométricas de objetos representados em fotografias (LINDER, 2009). Groetelaars (2015) reitera que por meio da fotogrametria digital é possível obter grande quantidade de dados reais, como medidas, desenhos, modelos geométricos e ortofotos.

A metodologia desenvolvida pelos autores consiste na aplicação desta tecnologia para levantamentos de objetos arquitetônicos e recortes urbanos visando a reconstrução em softwares de mercado com alta precisão e mapeamento de texturas. Esta metodologia foi testada experimentalmente em campo durante o processo de incubação S.A. Challenge NASA 2018, a partir do georreferenciamento utilizando-se de dados fornecidos pela instituição norte americana da Global Imagery Browse Services (GIBS), e da NASA's Earth Science Data Systems, com suas bases de dados unificados em sistema de prototipagem em Grasshopper. Os resultados obtidos demonstram uma precisão de

0,0032m em coordenadas horizontais e 0,0025m em coordenadas verticais em comparativo com o objeto real edificado, sendo, portanto, base de extrema confiabilidade para desenhos técnicos e projetos ambientais.

Figura 6, 7 e 8: Registro do levantamento realizado pelos pesquisadores. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



Afim de que se registre a metodologia e as condições de captura neste estudo, a utilização de VANTs (veículo aéreo não tripulado) foi realizada com rota automatizada e, portanto, sem controle manual, com angulação de 45° para a captura de imagens, buscando de tal sorte que se minimizem as condicionantes impostas pela diminuição de visibilidade sob a massa vegetada. O planejamento do trajeto a ser adotado foi realizado pela avaliação simples do entorno, com a identificação de riscos, obstáculos e com a determinação do local de pouso e decolagem. Para a obtenção de dados mais precisos, foi realizada a programação de dois planos de voo: um à 50, e outro à 70m de altura relativa ao solo, durante os quais foram realizados a captura das imagens e das informações de posicionamento, para cruzamento de dados. Esta etapa demandou ainda a solicitação do plano estabelecido dos seguintes órgãos públicos: ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), e Polícia Militar do Estado do Paraná.

Os equipamentos e softwares utilizados para execução do plano de voo e processamento posterior foram:

DJI Mavic Pro: VANT operado por software, sem alteração manual;

Agisoft Photoscan v1.4.8: Software de processamento de imagens capturadas para controle técnico;

Adobe Photoshop Lightroom v8.3: Software de processamento de imagens capturadas para otimização de visualização;

Pix4dMapper: Software para processamento de imagens capturadas e exportação de arquivos .obj, .mesh, .TIFF, .fbx, .las e .dsm;

Rhino Grasshopper: Software para integração de dados GIBS e NASA's Earth Science Data Systems e dos dados digitalizados e processados em 3D pelo Pix4dMapper e programa de controle Agisoft Photoscan v1.4.8 como modelagem geométrica insumos para BEM - As entradas foram baseadas em fotogrametria malha e um mapa de textura anotado. Um número de algoritmos e ferramentas foram aplicados para converter automaticamente tanto a malha 3D e o mapa de textura anotada para geometria.

Os parâmetros utilizados para obtenção de dados pelo VANT foram:

Tabela 1: Parâmetros utilizados para obtenção de dados. Fonte: Acervo dos Autores, 2020

Voo 01	Voo 02
GSD: 4.38cm/px;	GSD: 4.38cm/px;
Câmera: FC300X_3.6_4000x3000 (RGB)	Câmera: FC300X_3.6_4000x3000 (RGB)
Altura de captação: 50 metros;	Altura de captação: 70 metros;
Angulo de Captação: 45°;	Angulo de Captação: 45°;
Side Overlap: 65%;	Side Overlap: 65%;
Front Overlap: 75%	Front Overlap: 75%
Velocidade de Vôo: 6m/s	Velocidade de Vôo: 8m/s
Área coberta: 0.110 km ² / 10.9703 ha	Área coberta: 0.110 km ² / 10.9703 ha
Tempo Total: 20:34mn	Tempo Total: 14:04mn
Capturas: 139 imagens GSD: 4.38cm/px.	Capturas: 161 imagens GSD: 4.38cm/px;

Figura 9: Plano de voo estabelecido em recorte. Fonte: Acervo dos Autores, 2020

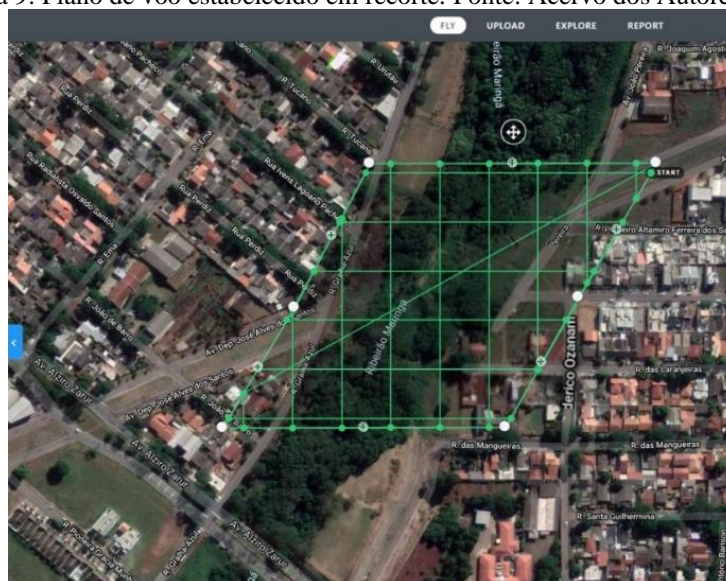
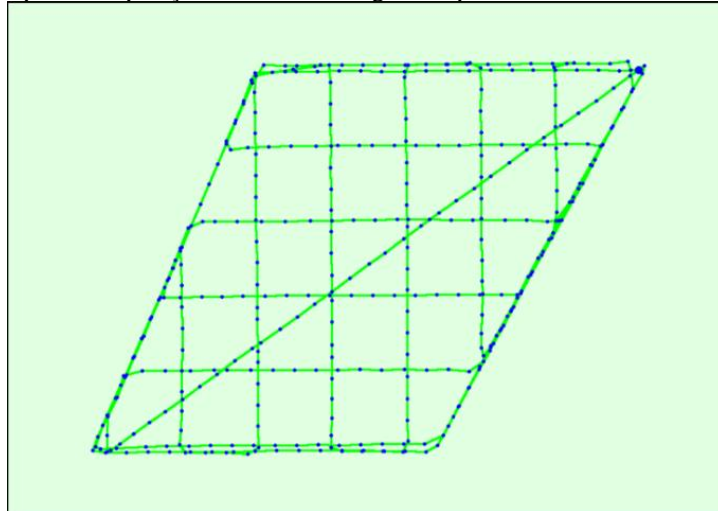
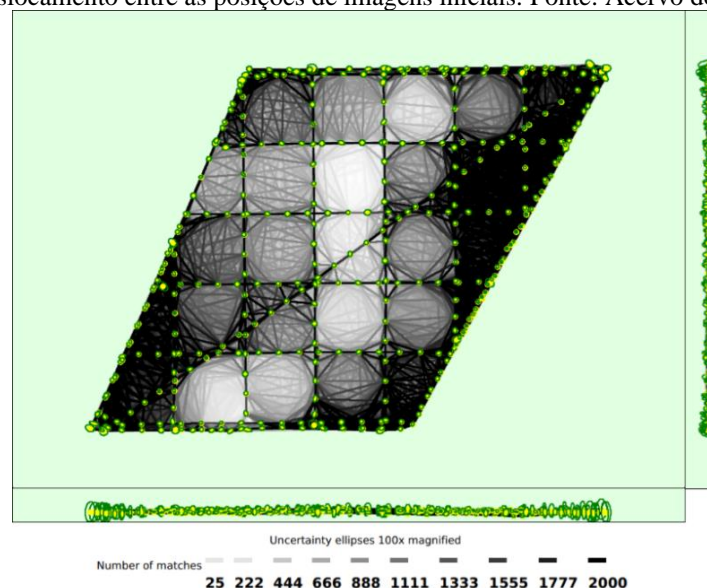


Figura 10: Vista superior da posição Inicial das Imagens Capturadas. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



Ainda sobre os resultados obtidos pela metodologia de levantamento adotada, têm-se, na Figura 11, a verificação do deslocamento entre as posições de imagem iniciais (pontos azuis) e computadas (pontos verdes), na vista superior (plano XY), vista frontal (plano XZ) e vista lateral (YZ isométrico). Aqui, os pontos vermelhos indicam imagens desabilitadas ou não calibradas, e as elipses verde-escuras que indicam, por padrão de *software*, a incerteza da posição absoluta do bloco de feixes resultado de ajuste estão ausentes, enquanto na Figura 13 tem-se a representação gráfica das posições de imagens calculadas, com links entre imagens correspondentes. Nesta, a escuridão dos links indica o número de pontos-chave correspondentes, em 2D, entre as imagens, enquanto links mais claros exigiram pontos de ligação manuais durante processamento, resultante principalmente de áreas de sombreamento sob a copa da vegetação ali presente.

Figura 11: Deslocamento entre as posições de imagens iniciais. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento resulta, desta forma, em um total de 39.889 keypoints (pontos identificáveis por inteligência artificial) por imagem usados para processamento de dados de texturização, determinados à partir de 382 imagens em resolução 4000x3000px, assinaladas na Figura 12 - vista superior da posição inicial das imagens capturadas (em azul), onde a linha verde segue a posição das imagens no tempo a partir do ponto azul de maior dimensão - com uma média de 9.176 pontos identificáveis correspondentes por imagem (ou seja, 9.176 conferências de georreferenciamento por ponto gerado) e, por fim, 21.323.825 pontos georreferenciados com precisão final de 0,0032m em coordenadas horizontais e 0,0025m em coordenadas verticais em comparativo com o objeto real edificado, em um total de 34mn e 12 segundos de processamento. O arquivo .dwg com as curvas reais do terreno foi gerada a partir da rasterização TIFF pelo software QGIS, fornecido pelo Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) para geoprocessamento. Tal nível de precisão serve, assim, de subsídio para as análises seguintes.

Figura 12: Deslocamento entre as posições de imagens iniciais. Fonte: Acervo dos Autores, 2020

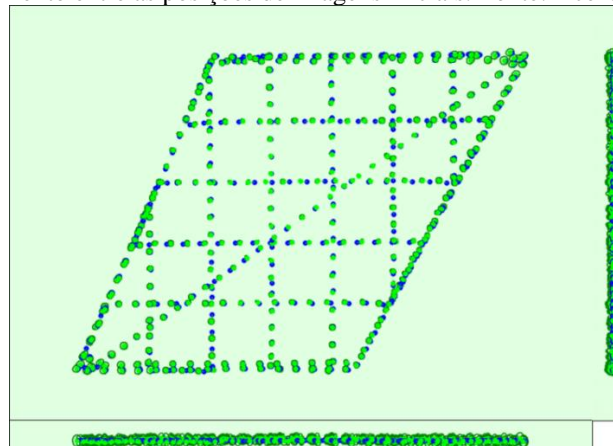


Figura 13: Ortomosaico de Superfície Correspondente. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



A figura 13, resultante também do processamento realizado, consiste no Ortomosaico de superfície correspondente, antes da densificação em nuvem de pontos, levantada pelo VANT, representando o recorte total do levantamento, enquanto na Figura 14, tem-se o modelo digital de superfície correspondente (DSM) esparsa antes da densificação em nuvem de pontos. Na imagem, é possível perceber a diferença de altura dos elementos que formam a paisagem. Assim, em azul é representado os pontos mais baixos enquanto que em vermelho são os mais altos. Este modelo de densificação permite relatar o baixo volume de vegetação na várzea do córrego. Entende-se que este é vegetado, em muitos pontos, com plantas rasteiras. Outro item importante, é a duplicação do corpo hídrico no trecho analisado, visto que as águas escoam pela superfície da avenida adjacente e desaguam neste ponto. Aumentando a profundidade do córrego e criando um assoreamento entre os volumes de água; o que pode ser percebido pelas duas faixas paralelas em azul. A análise de declividade apresentada abaixo, evidencia a diferença de nível no trecho em questão, dados corroborados pelos resultados demonstrados nas Figuras 16 e 17. Ainda, pode-se notar que a Lei Municipal, que solicita 30 m com vegetação com 30 metros de área livre, não está sendo cumprida no recorte, uma vez que o desmatamento do trecho estudado é evidente, reforçado, na imagem 16, pela presença de lixo nas bordas, onde há ocupação urbana.

Observando-se a Figura 16, corte em terreno para análise de declividade resultante I, em perspectiva transversal, tem-se a exemplificação de aplicação de estudos geoprocessados in loco: Altura máxima 437.99m, altura mínima 437.31m, diferença de elevação 0.680m, slope 0.146154° (ou 0.255088%), a distância percorrida do corte é de 267.36m. E, observando-se a Figura 17, corte em terreno para análise de declividade resultante I, em perspectiva paralela, tem-se evidenciados resultados de altura máxima 446.82m, altura mínima 443.14m, diferença de elevação 3.68m, slope 0.575093° (ou 1.00376%), com distância percorrida do corte de 366.62m.

Figura 14: Modelo digital de superfície correspondente. Fonte: Acervo dos Autores, 2020

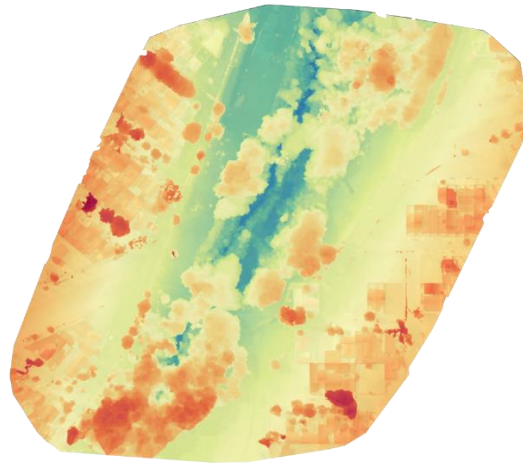


Figura 15: Modelo digital de superfície correspondente com destaque aos resíduos sólidos descartados incorretamente sobre a área de preservação permanente. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



Figura 16: Corte Transversal. Fonte: Acervo dos Autores, 2020

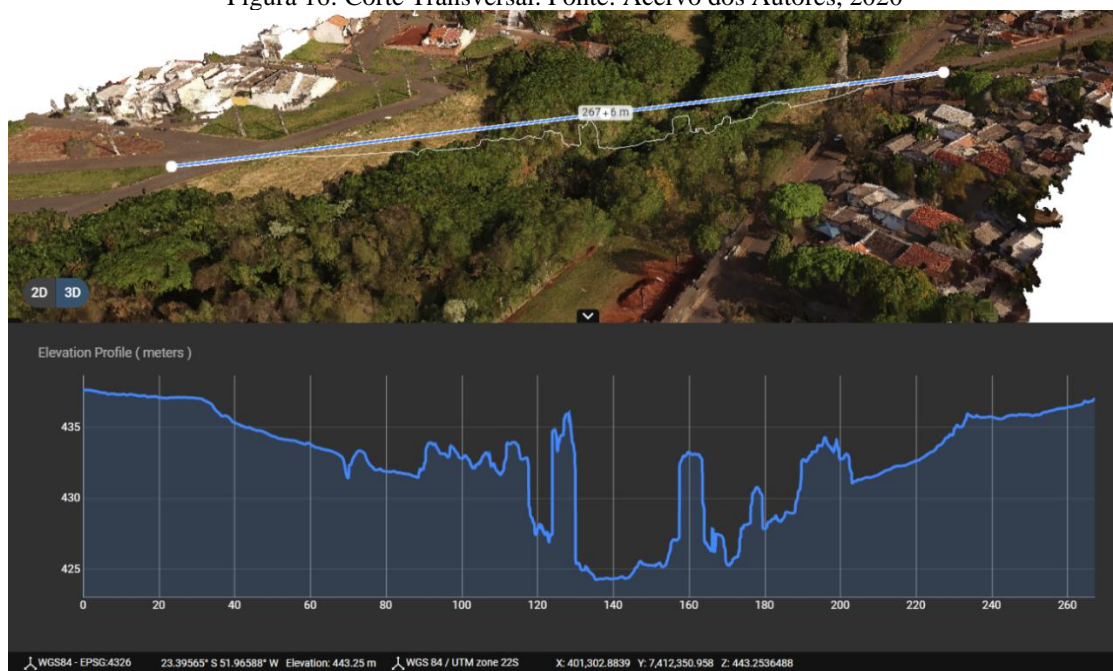
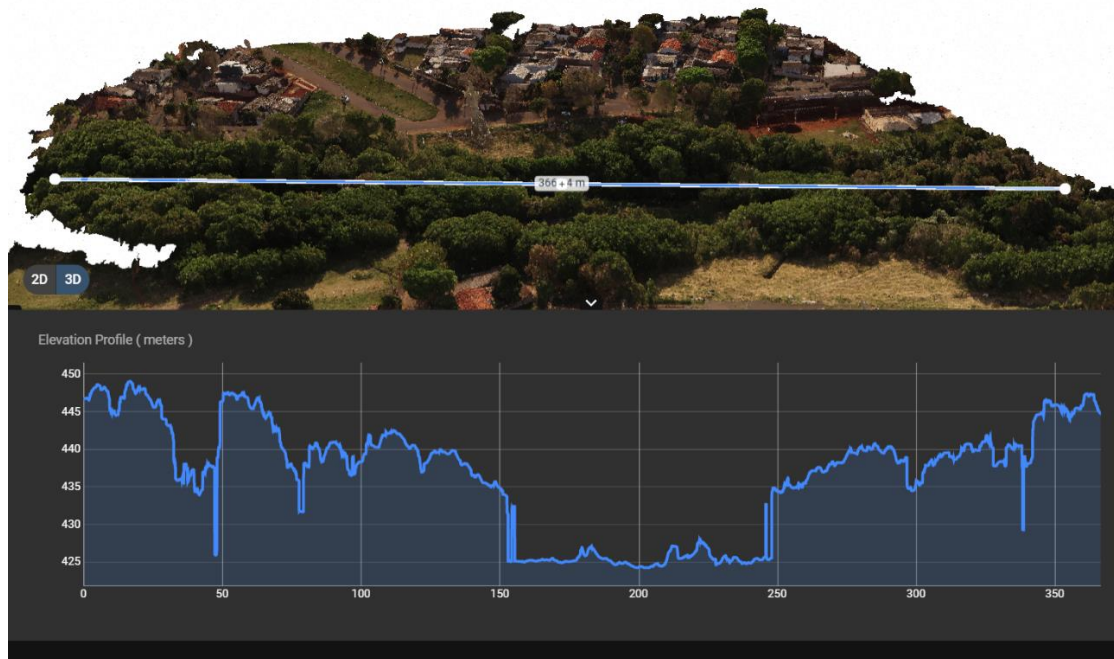


Figura 17: Corte Longitudinal. Fonte: Acervo dos Autores, 2020



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento do sítio faz parte da etapa do reconhecimento do território. É uma fase primordial no processo de gestão urbana, e com o uso de drones e VANTs é possível sintetizar e exportar informações para outros softwares de mercado que gera mapas temáticos, gráficos, textos e outros. Neste trabalho, foi possível diagnosticar informações quanto ao declive do espaço, a densificação da vegetação e imagens superiores em diversos pontos, mesmo à uma distância de 110 metros da posição do voo final.

Para além dos materiais produzidos, o resultado final comprovou a hipótese de erosão e assoreamento no leito do Córrego Ribeirão Maringá e constatou a precariedade da vegetação, que não está cumprindo as solicitações municipais de preservação. E, com o voo foi possível relatar um volume considerável de resíduos sólidos encontrados atrás da mureta que faz o fechamento da via paisagística, descartados irregularmente sobre a área de preservação permanente.

Quanto ao investimento, vale pontuar que a contratação para prestação de um serviço similar custa em torno de um mil reais para um segmento como este apresentado no trabalho. O custo concerne ao desgaste do equipamento, a transferência dos arquivos para outros softwares e ao levantamento em si.

No que se refere a compra de equipamentos, é possível achar drones no mercado que custam em torno de quatro mil reais, mas neste estudo de caso foi utilizado um equipamento da marca DJI que custa em média de vinte e três mil reais. A diferença varia

quanto a capacidade de duração do voo, a potência da câmera, a carga da bateria e outros. O apetrecho utilizado tem propriedades para receber sinais de câmera e vídeo até uma distância de 4 km, segundo informações disponibilizadas pelo fabricante.

Por fim, pontua-se que o uso de drones e VANTs como ferramenta para levantamento de áreas de difícil acesso atendeu as expectativas e forneceu um material mais próximo a realidade.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e a Universidade Estadual do Maringá pelo apoio ao estudo.

REFERÊNCIAS

BIANZIN, P. C. Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma-PR. Universidade Estadual de Maringá. DGE, 2005. (Dissertação de mestrado).

Cecagno, C. F., Pessoa, V. M. M., Camargo, D. M., & Marques, M. L. (2020). Sustentabilidade do desenvolvimento urbano de Campinas-SP: uma abordagem multicritério. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12, e20190178. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190178>

COELHO, A. Dinâmica Fluvial e qualidade de água da bacia de drenagem do Ribeirão Maringá: contribuição para planejamento e gestão ambiental. 2007. Dissertação – Mestrado em Geografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

D89817. DECRETO Nº 89.817, DE 20 DE JUNHO DE 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

FRITSCH, D. Virtual cities and landscape models – what has photogrammetry to offer? *Virtual Reality*, p. 3–14, 1999.

GROETELAARS, N. J.; 2015. Criação de modelos BIM a partir de "nuvens de pontos": estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, p.58-350.

LINDER, W. Digital photogrammetry a practical course. Springer Berlin Heidelberg New York, 2009.

LYNCH, Kevin. **The image of the city**. Cambridge: The M.I.T. Press, 1960.

MELO, T. S., Mota, J. V. L., Silveira, N. D. B.et, Andrade, A. R. S., Peres, M. C. L., Oliveira, M. L. T., & Delabie, J. H. C. (2020). Combining ecological knowledge with Brazilian urban zoning planning. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12, e20190135. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190135>

MENEGUETTI, K. et al. Transformações na forma urbana de Maringá-PR. O sistema de espaços livres e as reconfigurações urbanas recentes. In: XII Colóquio QUAPÁ-SEL. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MENEGUETTI, K.; REGO, R.; & BELOTO, G. Maringá - A Paisagem Urbana e o Sistema de Espaços Livres. *Paisagem E Ambiente*, (26), 2009, p. 29-50. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i26p29-50>.

PEDREIRA, W. J. P.; 2017. Avaliação Da Acurácia Altimétrica De Mapeamento Topográfico Usando Vant. Dissertação, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, p.28-52.

TOSCHI, Isabella; RAMOS, M. M.; NOCERINO, Erica; et al.. 2017. Oblique Photogrammetry Supporting 3d Urban Reconstruction Of Complex Scenarios. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XLII-1/W1. 519-526. 10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-519-2017, p. 519-526.

VASCONCELLOS, A. Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana. Curitiba, 2015.