

**I-064 - UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO NO
LEVANTAMENTO DE SERVIÇOS PARA ORÇAMENTAÇÃO
DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Aurélio Pessoa Picanço⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Dênis Cardoso Parente⁽²⁾

Engenheiro Civil Pelo Centro Universitário Luterano de Palmas – TO (CEULP/ULBRA). Engenheiro Ambiental Pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT).

Endereço⁽¹⁾: Quadra 1503 Sul, Alameda 28, QI 22, Lote 13, Plano Diretor Sul – Palmas - TO - CEP: 77025-447 - Brasil - Tel: (63) 98402-9850 - e-mail: aureliopicanco@uft.edu.br

Endereço⁽²⁾: Quadra 1503 Sul, Alameda 28, QI 22, Lote 13, Plano Diretor Sul – Palmas - TO - CEP: 77025-447 - Brasil - Tel: (63) 98439-7446 - e-mail: denisparente@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a confiabilidade da utilização de Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) no levantamento de serviços para orçamentação de redes coletoras de esgoto e de abastecimento de água. Como ferramenta foi utilizado um VANT, softwares para plano de voo e processamento de imagens, mosaicos de ortofotos e Modelo Digital de Superfície (MDS) da área em estudo. Por meio de imagens aéreas ortorretificadas obtidas, foram identificados os tipos de revestimentos bem como seu quantitativo, a fim de compor especificamente os itens de orçamento referentes à demolição, retirada e recomposição de passeios e pavimento de uma quadra com aproximadamente 60ha, localizada na região Sul da cidade de Palmas -TO. Mesmo apresentando elevado potencial de reconhecimento dos tipos de revestimento e precisão no levantamento do quantitativo de superfícies revestidas, cabe destacar que a instabilidade e as condições de voo podem interferir na qualidade das imagens geradas.

PALAVRAS-CHAVE: Veículo Aéreo não Tripulado (VANT), orçamento, rede coletora de esgoto e rede de água.

INTRODUÇÃO

Dentre as alternativas existentes para a execução de redes coletoras de esgoto sanitário e redes de abastecimento de água, o método destrutivo é a alternativa tradicional e mais utilizada. Esse método consiste na escavação de valas ao longo de toda a extensão da rede projetada, onde o sistema de tubulação é instalado de maneira direta na trincheira sobre um berço com materiais adequados (DEZOTTI, 2008).

As condições para execução das referidas redes são estabelecidas pela NBR 12266/92 (ABNT, 1992). A norma estabelece diretrizes para remoção do pavimento, abertura da vala, esgotamento, escoramento, assentamento, preenchimento da vala e a recomposição dos pavimentos e passeios.

As características de cada revestimento existente, seja asfalto, calçadas, pavimento intertravado, etc., ditam as práticas de remoção e recomposição, que consequentemente refletem no custo das obras. A identificação e o levantamento dos quantitativos dos trechos pavimentados e calçados onde a rede projetada será assentada precedem a elaboração dos orçamentos e são feitos por meio de inspeção visual in loco, uma prática dispendiosa e lenta (SEVERO, 2014).

Inserido nesse cenário, o uso de tecnologias, como informações geográficas, imageamento e aéreo, tem despertado como ferramenta auxiliar para fins civis e científicos. Segundo Silva et al. (2015), os veículos

aéreos não tripulados (VANTs) apresentam-se como uma alternativa potencial no processo de obtenção de imagens que auxiliam na identificação e caracterização de superfícies, cobertura e uso do solo.

VANTs também são às vezes referidos como sistemas aéreos não tripulados ou mesmo sistemas aéreos pilotados remotamente, capazes de transportar diferentes dispositivos de medição, podendo ser controlados manualmente, por uma pessoa treinada no solo, ou autonomamente, de acordo com um plano de voo pré-programado (GAGO et al. 2015).

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho objetiva analisar a confiabilidade dos referidos quantitativos extraídos de imagens ortorretificadas obtidas por sensor acoplado a Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos propôs-se obter imagens aéreas por meio de VANT e geração de ortomosaico de área específica contemplada em projetos de redes de esgotamento e abastecimento de água; identificar quais os tipos de revestimentos existentes no traçado da rede de saneamento (Rede de esgoto ou Abastecimento de água) por meio do produto de imagens ortorretificadas; determinar quantitativo de pavimento e passeio a serem recortados e recompostos por meio de produto ortorretificado; e verificar a potencialidade de utilização da ferramenta, confrontando dados reais com dados do mosaico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Como unidade amostral para desenvolvimento da presente pesquisa foi tomado um setor na região sul da cidade de Palmas - TO, ainda não contemplado com projetos de rede de abastecimento e esgotamento sanitário. Mesmo sem projeto previamente elaborado, levando-se em consideração somente peculiaridades como o dispêndio de tempo e custos no levantamento dos quantitativos de pavimentos e passeios a serem demolidos e recompostos na prática de orçamentação das redes.

O setor Berta Ville, área definida como objeto da pesquisa, possui uma área de aproximadamente 60 ha e está localizado na região sul da cidade de Palmas - TO. A escolha se justifica pelo fato de ser uma área já bem ocupada e com serviços de infraestrutura, como asfalto e calçamento já executados, subsidiando assim o alcance dos objetivos propostos.

Materiais

VANT eBee e softwares para voo e processamento de imagens

Para a coleta das imagens foi utilizado o veículo aéreo modelo eBee, certidão de cadastro Nº PP-220920032 (Figura 1), de fabricação suíça, envergadura de 96 cm (38 pol) e autonomia de voo em torno de 30 min. É composto por uma hélice na traseira e sua construção em espuma permite flexibilidade e leveza (700 gramas - 1,5 lbs), resultando na redução do consumo energético.

A aeronave compreende uma plataforma com sensores específicos acoplados, que permitem a obtenção de imagens fotográficas e vídeos. A aeronave traz incorporados sensores que possibilitam a estabilidade do equipamento em missão, bem como a transmissão de dados que garantem o acompanhamento direto da execução do voo.



Figura 1. VANT modelo eBee.

Procedimentos

Planejamento do voo e aquisição das imagens

O plano estabelecido para a presente pesquisa vislumbrou a obtenção de imagens que garantissem melhor distinção dos objetos na superfície e maior exatidão no levantamento de áreas de passeio e pavimento. Para tanto foi feito um único sobrevoo a uma altura de 120 m com sobreposição das imagens da ordem de 60% na longitudinal, 75% na lateral e resolução de 3,4 cm/pixel, resultando em sobrevoo com duração de aproximadamente 30 min. O método procura garantir que as faixas possam ser “amarradas” pelos pontos de ligação determinados na área comum e formem um bloco.

Montagem do ortomosaico

O mosaico devidamente georreferenciado foi obtido após uma série de etapas, que envolveram a remoção dos erros e distorções causadas pelo processo de aquisição das imagens, e visou orientar as imagens com relação umas às outras e com relação à cena completa.

Esse processamento das imagens foi feito a partir das informações do GPS do VANT e de algoritmos próprios capazes de encontrar automaticamente os pontos de enlace entre as fotos, gerando ortomosaicos em formato tif, DEM (Digital Elevation Model – Modelo Digital de Elevação), modelo triangular 3D e nuvem de pontos georreferenciadas. Sua obtenção possibilita o levantamento de dados mensuráveis, como área e volume, facilitando a identificação de pontos imageados.

Levantamento de dados em campo e por meio do mosaico

Haja vista que as redes de abastecimento e esgotamento sanitário podem ser locadas tanto no passeio como no arruamento, para a obtenção dos dados levantados em campo e por meio do mosaico, foram escolhidos de forma aleatória 20 pontos na área imageada, sendo 10 trechos em ruas e avenidas e 10 trechos em passeio, de modo que a unidade amostral trouxesse diferentes tipos de revestimento, subsidiando assim a aferição da confiabilidade da ferramenta no levantamento proposto.

Definidos os pontos, foram levantados em campo os comprimentos dos trechos e a especificação do material de revestimento. Com o mosaico gerado e com auxílio do software ArcGIS, foram levantados os mesmos dados, dos mesmos pontos e confrontados finalmente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fotointerpretação das imagens

O produto final do processamento das imagens resultou em um ortomosaico com boa resolução, que possibilitou a identificação dos tipos de revestimentos e acurácia nas medições. A Figura 2, ponto 1, confronta a imagem obtida pela aeronave (esquerda) com a imagem obtida em campo de um trecho de via com pavimento asfáltico. O refinamento da resolução utilizada no processo de obtenção das imagens trouxe uma riqueza de detalhes que permitiu em alguns casos, além da especificação do material, a distinção dos formatos das peças utilizadas, como pode ser observado também na Figura 3, ponto B, com imagens de um trecho calçado com peças de concreto intertravadas.



Figura 2. Ponto 1 (Revestimento asfáltico em travessia) e ponto B (Intertravado sextavado).

Metragem de trechos em vias e passeios

No orçamento de redes de saneamento básico, os itens referentes à remoção e à recomposição de pavimento são medidos em metro quadrado, onde são levantados os comprimentos dos trechos por largura de valas. Como não se adotou um projeto específico onde fossem apresentados os diâmetros das tubulações, foram levantados os comprimentos dos trechos previamente estabelecidos. Procurando atestar a confiabilidade das medidas extraídas do mosaico, essas também foram comparadas com as dimensões levantadas em campo (dados reais).

Na Tabela 1 são mostrados os comprimentos de 10 trechos em ruas e avenidas obtidos por meio do levantamento em mosaico e em campo. Percebe-se que as variações são relativamente pequenas, como, por exemplo, no ponto 2; a medida extraída por meio do ortomosaico foi de 5,95m, e a medida em campo, de 6,00m, apresentando desvio de 5,0 cm, a maior variação dentre os trechos levantados.

Tabela 1. Dados de pavimentos em travessias de vias.

Nº	Tipo de revestimento	Comprimento Campo (m)	Comprimento Ortomosaico (m)	Variação (m)	Diferença % Individual (%)
1	Pavimento Asfáltico	6,80	6,84	-0,04	1,00
2	Pavimento Asfáltico	6,00	5,95	0,05	1,00
3	Pavimento Asfáltico	6,60	6,58	0,02	0,00
4	Terreno Natural	4,85	4,87	-0,02	0,00
5	Pavimento Asfáltico	6,62	6,59	0,03	0,00
6	Pavimento Asfáltico	6,53	6,57	-0,04	1,00
7	Pavimento Asfáltico	6,82	6,86	-0,04	1,00
8	Pavimento Asfáltico	7,65	7,68	-0,03	0,00
9	Pavimento Asfáltico	6,34	6,38	-0,04	1,00
10	Pavimento Asfáltico	6,39	6,35	0,04	1,00

Ao comparar os dados de travessias e de passeios, percebe-se que a variação média entre os dados de passeio e travessias em pavimento foi igual, da ordem de 4,0 cm, no entanto, as variações individuais obtidas em passeios foram maiores, da ordem de 11 cm, e isso pode ter sido ocasionado pela projeção da sombra de obstáculos, o que dificultou o levantamento das medidas em alguns pontos no mosaico.

Em algumas situações, o aspecto supracitado pode interferir e ser o fator limitante no levantamento das medidas e identificação dos revestimentos, ou seja, a posição do sol no horário dos voos é responsável pela projeção das sombras, encobrendo pontos de captura no mosaico gerado.

Especificamente no ponto A, por exemplo, obteve-se a maior variação, pelo fato de haver vegetação na calçada, o que dificultou a identificação do limite deste passeio pelo ortomosaico. Assim, além da sombra, obstáculos como vegetações também causam interferência na captura dos dados. Como forma de coibir tais interferências, pode-se planejar voos com maior sobreposição do trajeto e em horários entre as 10h e 11h da manhã.

CONCLUSÕES

A ferramenta VANT utilizada na presente pesquisa agrega agilidade e exatidão na quantificação de serviços para execução de redes, maximizando as informações por meio de imagens georreferenciadas, que poderão ser consultadas no momento oportuno, possibilitando o esclarecimento de incertezas presentes na fase de orçamentação das obras.

O método de obtenção de quantitativos em campo pode, frequentemente, ser vítima do erro humano inerente ao processo de levantamento. Esse erro, por sua vez, é passível de propagação por toda a análise de custos, causando, assim, o surgimento de novas falhas. No experimento utilizando o VANT, percebeu-se que os quantitativos são decorrentes diretos da realidade local e se forem realizados voos bem programados, os quantitativos resultarão exatos.

Além de exatos, os levantamentos por meio dos mosaicos gerados demonstraram ser rápidos. Enquanto no método tradicional o orçamentista deve mensurar objeto por objeto, serviço por serviço, percorrendo toda extensão de rede, a tecnologia VANT permite a extração dos quantitativos de forma ágil, após a geração do mosaico. Além disso, na hipótese de alteração dos projetos, os levantamentos provenientes são atualizados instantaneamente, fato que não ocorre no método convencional.

Na avaliação visual das imagens obtidas pelo sensor RGB, observou-se grande riqueza de informações, o que facilitou a identificação dos revestimentos empregados. No que se refere ao levantamento dos comprimentos dos trechos, observou-se que existe uma diferença pouco significativa em termos percentuais entre os dados levantados nos mosaicos gerados e os levantados em campo.

A metodologia mostrou-se, portanto, promissora, por apresentar resultados rápidos, podendo ser utilizada como subsídio para identificação e levantamento de quantitativos de serviços de corte e recomposição de passeios e pavimentos, dados imprescindíveis para os orçamentos das obras de rede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.
2. BARNHART, Richard K. et al. Introduction to Unmanned Aircraft Systems. Boca Raton: Crc Press, 2012. 233 p.
3. BREEN, B.; BROOKS, J. D.; JONES, M. L. R.; ROBERTSON, J.; BETSCHART, S.; KUNG, O.; CARY, S. C.; LEE, C. K.; POINTING, S. B. Application of an unmanned aerial vehicle in spatial mapping of terrestrial biology and human disturbance in the McMurdo Dry Valleys, East Antarctica. *Polar Biol.* (2015) 38:573–578.
4. DEZOTTI, M. C. Análise da utilização de métodos-não destrutivos como alternativa para redução dos custos sociais gerados pela instalação, manutenção e substituição de infraestruturas urbanas subterrâneas. 2008. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-03102008-000200/.../diss_mcd.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.
5. GAGO, J.; DOUTHE, C.; SOOMMAN, R. E.; GALLEGU, P. P.; RIBAS-CARBO, M.; FLXAS, J.; ESCALONA, J.; MEDRANO, H. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture. *Agricultural Water Management*, 153 (2015) 9–19.
6. GARCIA-RUIZ, F.; SANKARAN, S.; MAJA, J. M.; LEE, W. S.; RASMUSSEN, J.; EHSANI, R. Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees. *Computers and Electronics in Agriculture* v. 91 p.106–115, 2013.
7. JORGE, L. A. C.; BRANDÃO, Z. N.; INAMASU, R. Y. Insights and recommendations of use of UAV platforms in precision agriculture in Brazil. (C. M. U. Neale & A. Maltese, Eds.) *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVI*, v. 9239, n. 2004, p. 923911, 2014.
8. LONGHITANO, G. A., e QUINTANILHA, J. A. Avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas através de sensoriamento remoto por vants, In: III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos para La Reducción de los Desastres de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Havana, Cuba, 2011. III Coloquio Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos para La Reducción de los Desastres de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo., 2011.
9. PEGORARO, A. J. Estudo do potencial de um veículo aéreo não tripulado/ quadrotor, como plataforma na obtenção de dados cadastrais, 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina. 221p.
10. RODRIGUES R. S.; MURILO, A.; FILHO, W. B. V. Desenvolvimento de um sistema de controle embarcado para um veículo aéreo não tripulado para fotogrametria. In: ABCM Symposium Series in Mechatronics - V. 6, 2014.
11. SEVERO, R. D. Orçamento em obras de saneamento. Porto Alegre: Technique Engenharia, 2014. 47 slides, color. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4453617-Orçamento-em-obras-de-saneamento-como-garantir-um-bom-detalhamento-de-custos.html>>. Acesso em: 20 mar. 2016.
12. SIEBERT, S.; TEIZER, J. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system, *Automation in Construction*. v.41, p. 1-14. 2014.
13. SILVA, J. S.; ASSIS, H. Y. E. G.; BRITO, A. V.; ALMEIDA, N. V. VANT como ferramenta auxiliar na análise da cobertura e uso da terra. In: X Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2015.
14. SIMPSON, A.D. Development of an unmanned aerial vehicle for low-cost remote sensing and aerial photography. Tese (Master of Science), Universidade do Kentucky, Lexington, Kentucky. 2003.