

# ***A Utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT`s) no Georreferenciamento de Imóveis Rurais***

Lucio Ricardo Bastos de Carvalho<sup>1</sup>  
Msc Adriane Brill Thum<sup>2</sup>

[lrbc@globo.com](mailto:lrbc@globo.com)

[adrianebt@unisinos.br](mailto:adrianebt@unisinos.br)

<sup>1,2</sup>Universidade Vale do Rio dos Sinos –  
UNISINOS

<sup>1,2</sup>Curso de Especialização em Informações  
Espaciais Georreferenciadas

## **RESUMO**

O avanço tecnológico dos últimos anos tem mudado as técnicas e os equipamentos utilizados nos levantamentos. Passando dos levantamentos topográficos convencionais para o uso de outros equipamentos como *Global Navigation Satellite System* (GNSS) e veículos aéreos não tripulados (VANT`s). Este trabalho tem por objetivo apresentar e avaliar os resultados da utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT`s) em serviços de georreferenciamento de imóveis rurais, a partir de imagem georreferenciada gerada com utilização deste tipo de equipamento. Em outras palavras buscou-se avaliar a aplicabilidade da tecnologia VANT no

Nos dias de hoje, segundo [Medeiros et al. 2007](#), qualifica-se o uso dos veículos aéreos não tripulados (VANT`s) como uma evolução no mapeamento similar à aerofotogrametria – que é a ciência que permite executar medições precisas utilizando de fotografias métricas e tem por finalidade determinar a forma, dimensões e posição dos objetos contidos numa fotografia, por meio de medidas efetuadas sobre a mesma. Embora a aerofotogrametria apresente uma série de aplicações nos mais diferentes campos e ramos da ciência – como na topografia, geologia, astronomia, medicina, meteorologia, tem sua maior aplicação no mapeamento topográfico, que é a principal função dos VANT`s. Este tipo de aeronave revoluciona o mapeamento de áreas na mesma proporção que os equipamentos de Sistema de Posicionamento Global (GPS) fizeram com a Geodésia e Agrimensura na década de 90 do século passado.

O trabalho que será apresentado, foi executado em uma área de vinhedos da Vinícola localizada numa microrregião destinada a viticultura. É área de encostas, com escarpas de até 800 m de altitude, na encosta superior da região nordeste do Rio Grande do Sul, no Alto Vale do Rio das Antas, Serra Gaúcha, município de Nova Pádua. O mesmo tem por objetivo verificar a

georreferenciamento. Desta forma, pode-se concluir que os VANT`s de baixo custo podem ser perfeitamente utilizados em mapeamentos temáticos e atualização de bases cartográficas em algumas situações.

**Palavras-chave:** VANT; georreferenciamento; propriedades rurais; GNSS; sensoriamento remoto

## **ABSTRACT**

The technological advance of the last years has changed the techniques and the equipment used in the surveys. Moving from conventional topographic surveys to the use of other equipment such as *Global Navigation Satellite System* (GNSS) and unmanned aerial vehicles (VANTs). This work aims to present and evaluate the results of the use of unmanned aerial vehicles (VANTs) in rural real estate georeferencing services, based on the georeferenced image generated using this type of equipment. In other words, it was tried to evaluate the applicability of the VANT technology to this georeferencing. In this way, it can be concluded that the low cost VANTs can be perfectly used in thematic mapping and updating cartographic bases in some situations.

**Keywords:** VANT; georeferencing; rural properties; GNSS; remote sensing.

## **1-INTRODUÇÃO**

viabilidade de uso de VANT em trabalhos de georreferenciamento.

## **2 -MATERIAL E MÉTODOS**

São descritos neste tópico, os materiais e métodos empregados para mensurar a área objeto deste estudo, bem como a avaliação da acurácia dos modelos obtidos por meio de VANT, ESTAÇÃO TOTAL e GNSS/RTK, utilizando análise de tendência e precisão.

### **2.1- VANT**

Neste trabalho foi utilizado um veículo aéreo não-tripulado (VANT) descrito em [www.santiagocintra.com.br](http://www.santiagocintra.com.br) da marca “eBeePlus” (fabricante “senseFly”).

As precisões dos produtos gerados com o VANT podem variar. Desta forma devem ser levadas em consideração a distância média de amostragem do solo GSD). No caso particular da prática realizada em Nova Pádua/RS, o GSD obtido foi de 4,77 cm.

O produto obtido com o uso da tecnologia VANT é precisa, pois se utiliza de técnicas de ajustamento no processo, porém, vale ressaltar, que dependendo da finalidade o que importa é a acurácia, ou seja, o quanto o produto final difere de uma medida tida como verdade (real).

Como exemplo desta afirmativa, utilizando-se de pontos de controle e pontos de verificação no processo de aerotriangulação, esses pontos são coletados em campo com um receptor GPS/RTX de dupla frequência e precisão de poucos centímetros. Portanto a discrepância entre as coordenadas do ponto na imagem e o mesmo ponto coletado em campo é chamada de acurácia.

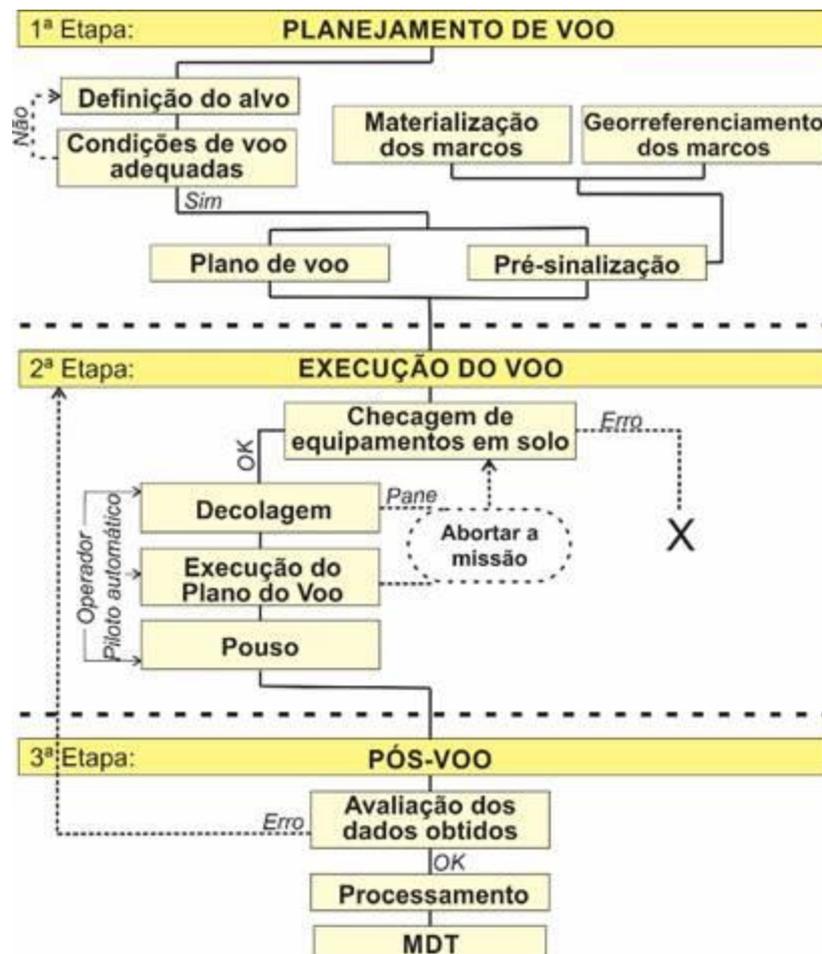
Na aerotriangulação a acurácia é representada por um indicador chamado de erro médio quadrático (EMQ). Em testes recentes executados pelo setor técnico, o EMQ foi menor que 20 cm. Nos relatórios emitidos – *Geolocation Details – Ground Control Points* é possível saber a precisão alcançada em cada ponto de controle.

O programa utilizado – *Pix4D* – trabalha no sistema de coordenadas WGS84. Depois de inseridos os pontos de controle, obtidos por GNSS/RTX, e pós-processados, toda informação assume o sistema de coordenadas dos pontos de controle, neste caso, SIRGAS2000.

De acordo com Silva et al. (2015), a metodologia utilizada para aquisição e processamento dos dados obtidos pelo VANT, está dividida em três etapas: (1) planejamento de voo; (2) execução do voo e (3) pós voo. Conforme ilustração no fluxograma da Figura 1 e descritas em detalhe na sequência.

## 2.2 - Levantamento

De forma a produzir informações similares e para servir de comparação com a imagem georreferenciada produzida pelo VANT, foi feito levantamento topográfico na área de interesse, lançando-se uma poligonal fechada com equipamento de estação total e com Global Navigation Satellite System (GNSS/RTK). Estudos como o de Perdigão e Santos (2010), demonstram que levantamentos com tempo de rastreamento superior a 2 horas, pós-processados utilizando o IBGE-PPP, apresentam padrões de alta precisão, atingindo após 6 horas de rastreamento precisão de 2 cm.



**Figura 1** – Fluxograma da metodologia empregada para geração de MDT com utilização do VANT “eBeePlus”  
Fonte: Adaptado de Silva et al. (2015)

## 3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados comparativos obtidos dos 3 (três) tipos de levantamentos produzidos.

Primeiramente na tabela 1, demonstram-se os resultados comparativos obtidos para os pontos de controle no solo. Desta forma na coluna Relatório de precisões estão mostrados os valores em coordenadas UTM reportados pelo pós-processamento do levantamento feito pelo VANT (geração automática). Na coluna *imagem obtida* são mostrados os valores das mesmas coordenadas,

porém obtidas diretamente da imagem gerada pelo VANT. Na coluna *DIFERENÇAS OBTIDAS* são mostradas as diferenças em relação a X e Y bem como a resultante obtida. Como consequência pode-se observar que os valores obtidos estão coerentes e aceitáveis.

PONTOS DE CONTROLE NO SOLO							
COMPARATIVO ENTRE RELATÓRIO DE PRECISÕES / IMAGEM OBTIDA							
COORDENADAS UTM							
IDENTIFICAÇÃO	RELATÓRIO DE PRECISÕES		IMAGEM OBTIDA		DIFERENÇAS OBTIDAS		
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}$
16	6.789.644,430	470.460,028	6.789.644,447	470.459,971	-0,017	0,057	0,060
17	6.789.533,652	470.472,686	6.789.533,697	470.472,609	-0,045	0,077	0,089
18	6.789.519,128	470.541,172	6.789.519,185	470.541,088	-0,057	0,084	0,102
19	6.789.521,810	470.640,690	6.789.521,824	470.640,591	-0,014	0,099	0,100
20	6.789.660,429	470.655,461	6.789.660,391	470.655,526	0,038	-0,064	0,075
21	6.789.785,957	470.662,031	6.789.785,969	470.662,023	-0,012	0,008	0,015
22	6.789.784,030	470.508,029	6.789.784,031	470.507,974	-0,001	0,055	0,055
23	6.789.769,142	470.278,028	6.789.769,134	470.277,975	0,008	0,053	0,053
24	6.789.646,182	470.383,801	6.789.646,098	470.383,691	0,084	0,110	0,138

**Tabela 1** – Pontos de Controle terrestre, comparativo entre coordenadas UTM

Já na tabela 2, demonstram-se os resultados comparativos obtidos para os pontos de controle terrestre (solo). Desta forma na coluna imagem obtida estão mostrados os valores em coordenadas UTM do levantamento feito pelo VANT. Na coluna *GNSS/RTK* são mostrados os valores das mesmas coordenadas, porém obtidas do levantamento feito com utilização de GNSS/RTK. Na coluna diferenças obtidas são mostradas as diferenças em relação a X e Y bem como

a resultante obtida. Como consequência pode-se observar que os valores obtidos estão coerentes e aceitáveis.

Para os demais pontos de controle não foi possível fazer esta mensuração uma vez que já não existiam mais no local (sua confecção havia sido feita com a utilização de cal).

PONTOS DE CONTROLE NO SOLO							
COMPARATIVO ENTRE IMAGEM OBTIDA & GNSS/RTK							
COORDENADAS UTM							
IDENTIFICAÇÃO	IMAGEM OBTIDA		GNSS/RTK		DIFERENÇAS OBTIDAS		
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}$
19	6.789.521,824	470.640,591	6.789.521,854	470.640,773	-0,030	-0,182	0,185
23	6.789.769,134	470.277,975	6.789.769,103	470.278,135	0,031	-0,160	0,163

**Tabela 2** – Pontos de Controle terrestre e comparativo entre coordenadas obtidas

Na tabela 3, demonstram-se os resultados comparativos obtidos para os vértices de interesse de limites da propriedade. Desta forma na coluna imagem obtida estão mostrados os valores em coordenadas UTM do levantamento feito pelo VANT. Na coluna Estação total são mostrados os valores das mesmas coordenadas, porém obtidas do levantamento topográfico feito com a

estação total. Na coluna diferenças obtidas são mostradas as diferenças em relação a X e Y bem como a resultante obtida. Como consequência pode-se observar que os valores obtidos não estão aceitáveis, pois alguns vértices de divisa analisados eram cobertos pela vegetação, dificultando a visualização na imagem.

VÉRTICES DA POLIGONAL							
COMPARATIVO ENTRE IMAGEM OBTIDA & ESTAÇÃO TOTAL							
COORDENADAS UTM							
IDENTIFICAÇÃO	IMAGEM OBTIDA		ESTAÇÃO TOTAL		DIFERENÇAS OBTIDAS		
	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}$
VÉRTICE 17	6.789.510,776	470.456,954	6.789.511,362	470.456,831	-0,586	0,123	0,598
VÉRTICE 19	6.789.519,899	470.651,757	6.789.517,936	470.650,872	1,964	0,884	2,154
VÉRTICE 21	6.789.793,392	470.668,854	6.789.792,593	470.669,708	0,799	-0,854	1,169
VÉRTICE 23	6.789.774,313	470.266,726	6.789.774,946	470.267,088	-0,633	-0,362	0,729

Nota de Esclarecimento: A denominação dos vértices de interesse diz respeito aos pontos de controle mais próximos dos mesmos. Utilizados como notação.

**Tabela 3** – Alguns vértices da Poligonal

Nas tabelas 4 a 5, demonstram-se os diversos resultados comparativos para valores de área e perímetro dos limites da propriedade. Estão demonstradas as comparações entre VANT e ESTAÇÃO TOTAL (Tabela 4); VANT e GNSS/RTK (Tabela 5). Na coluna

percentual, são mostrados os percentuais obtidos para área e perímetro. Percebe-se uma diferença que dependendo do objetivo pode ser considerável, já em outros casos é aceitável.

IMAGEM OBTIDA				
COMPARATIVO ENTRE VANT / ESTAÇÃO TOTAL				
ORIGEM	VALORES OBTIDOS		PERCENTUAL	
	ÁREA (ha)	PERÍMETRO (m)	% ÁREA	% PERÍMETRO
VANT/RTX	7,906	1.239,370	-0,470%	-0,215%
ESTAÇÃO TOTAL	7,943	1.242,042		

**Tabela 4** - Imagem obtida, comparativo de área e perímetro (Vant/estação total).

IMAGEM OBTIDA				
COMPARATIVO ENTRE VANT / GNSS				
ORIGEM	VALORES OBTIDOS		PERCENTUAL	
	ÁREA (ha)	PERÍMETRO (m)	% ÁREA	% PERÍMETRO
VANT/RTX	7,906	1.239,370	-0,252%	0,187%
GNSS/RTK	7,926	1.237,060		

**Tabela 5** – Imagem obtida, comparativo de área e perímetro (Vant/GNSS).

#### 4-CONCLUSÃO

As conclusões foram divididas em duas partes, onde a primeira delas aborda as considerações identificadas na realização do trabalho e a segunda trata das recomendações para possíveis trabalhos sobre o tema.

##### 4.1 CONSIDERAÇÕES IDENTIFICADAS NA REALIZAÇÃO DO TRABALHO

O levantamento de limites de imóvel rural usando o método indireto de aquisição de dados baseado no recobrimento aerofotogramétrico realizado com VANT foi aqui desenvolvido como alternativa e em comparação com o levantamento através de receptores GNSS e ESTAÇÃO TOTAL, que tem sido os métodos mais empregados atualmente para este tipo de trabalho.

O emprego de VANT's tem sido amplamente usado para mapeamentos de múltiplas finalidades em áreas pequenas por se tratar de equipamento de baixo custo e de fácil operação se comparado com os aviões tripulados. Utilizou-se um VANT de pequeno porte e pode-se analisar seus recursos e a eficácia para levantamento de imóvel rural. Foram levantados limites físicos da área definidos por cercas.

A área de cobertura do voo, foi superior a área de interesse do estudo, Nessa condição, o veículo se mostrou eficaz, aliado ao fácil manuseio. O plano de voo foi programado sem dificuldade, pois o sistema informava no painel de controle as informações da rota,

a velocidade do vento, carga de bateria, bem como as tomadas das fotos. Constatou-se, também, que o sistema é bastante sensível em condições desfavoráveis de vento e que o sistema de automação do VANT age de forma confiável e segura.

Quanto à resolução espacial, os voos foram programados para um pixel no terreno de 5 cm (RGB) com o objetivo de se atingir uma precisão final do produto cartográfico de até 50 cm, considerando erros envolvidos no processo aerofotogramétrico e nas extrações das feições pretendidas. Verificou-se que o objetivo foi alcançado.

Através do controle de qualidade geométrica, aplicável ao georreferenciamento, observou-se uma precisão de 0,041 m (RGB).

##### 4.2 -CONSIDERAÇÕES PARA POSSÍVEIS TRABALHOS SOBRE O TEMA

A partir dos objetivos propostos e dos resultados obtidos, conclui-se que a técnica usada é compatível com os requisitos e precisões exigidos pelas normativas vigentes no INCRA. A técnica mostrou-se uma alternativa viável para levantamento em limites naturais, onde as precisões podem ser de 3,0 m ou de até 7,50 m em regiões inacessíveis, conforme preconiza o Manual Técnico de Limites e Confrontações do INCRA. Embora o referido manual não permita o uso desse método em vértices de limites secos, verificou-se que as precisões requeridas para essa categoria de vértice, 0,50 m ou melhores, também podem ser alcançadas com o

uso do método, em condições totalmente favoráveis e com pontos de controle, porém é necessário mais pesquisas para se ter certeza dos resultados. O uso da tecnologia do VANT, requer muito cuidado e atenção em áreas onde houver a presença de vegetação alta. Em alguns trechos, os vértices de interesse e/ou limites de confrontação do terreno ficaram cobertos, dificultando a delimitação do vértice de divisa.

Em outro âmbito, o método pode ser usado para outras atividades com fins de mapeamento e cartografia, como delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Áreas de Preservação Ambiental (APA's). O uso do produto cartográfico ortofoto, obtido a partir de um VANT, facilita a visualização e identificação das áreas por parte do usuário.

Os conhecimentos de precisão, acurácia e controle de qualidade finalizam o trabalho.

Salienta-se que o método está vinculado à execução dos procedimentos corretos para se obter um produto de

qualidade, que atenda ao preconizado nas normas e amarrado ao SGB. Ao executar o levantamento indireto, deve atentar-se para os critérios técnicos, garantindo segurança e confiabilidade ao produto. A implantação de uma adequada estrutura geodésica de apoio ao levantamento propicia a amarração dos dados a um sistema geodésico de referência. Uma distribuição conveniente de pontos de controle de campo e o uso de faixas transversais de recobrimento possibilitam uma maior rigidez na geometria do bloco de fotos e ao processo de aerotriangulação. Um controle de qualidade geométrica deve ser realizado com a finalidade de assegurar que o produto atenda ao Padrão de Exatidão Cartográfica. Dessa forma, cita Andrade (1998), “garante-se o sucesso, com margem de segurança, em atingir as metas propostas e o projeto viabiliza-se em todos os aspectos, incluindo o econômico”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B. – **Fotogrametria**. Curitiba: SBEE. 1998.

LUZ, C.C. – **Avaliação da exatidão absoluta de ortofoto obtida por meio de dados brutos oriundos de veículos aéreos não tripulados (SISVANT)** – Universidade Federal do Paraná, 119 p. – Curitiba. 2015.

MEDEIROS, F.A.; ALONÇO, A.S.; BALESTRA, M.R.G.; DIAS, V.O.; LANDERHAL JUNIOR, M.L. – **Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georreferenciado**. Ciência Rural, v.38, n.8, Santa Maria, nov.2008.

MÔNICO, J.F.G. – **Posicionamento pelo GNSS – Descrição, Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Fundação Editora UNESP, 2008 – 2ª Edição. 480 p.

MOREIRA, M.A. – **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação**. 2ª.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 307p.

PERDIGÃO, T.D.; SANTOS, A.P. – **Avaliação da acurácia a partir de diferentes tempos de rastreamento utilizando a solução PPP on line do IBGE**. Artigo apresentado no III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife/PE, 2010. p.001 – 007.

PERIN, G; GERKE, T.; LACERDA, V.S.; ROSA, J.Z.; CAIRES, E.F.; GUIMARÃES, A.M. – **Análise da acurácia de georreferenciamento de mosaicos de imagens obtidas por RPA** - STIN - Simpósio de Tecnologia de Informação da Região Noroeste do RS. Anais do EATI. Frederico Westphalen/RS. Ano 6 nº 1. P. 193-199. Nov/2016.

PINTO, M.S.; CAMARGO, P.O.; MONICO, J.F.G. – **Influência da combinação de dados GPS e GLONASS no georreferenciamento de imóveis rurais** – Boletim de Ciências Geodésicas, vol. 19, nº 1. Curitiba jan. /mar. 2013.

Revista MundoGeo – **Incra vai usar drones em ações de regularização fundiária**. Dez/2016  
[www.santiagocintra.com.br](http://www.santiagocintra.com.br) – Vant da marca “eBeePlus”, fabricante “senseFly”

SILVA, C.A.; DUARTE, C.R.; SOUTO, M.V.S.; SABADIA, J.A.B. – **Utilização de VANT para geração de ortomosaicos e aplicação do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC)** – Artigo apresentado no VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), João Pessoa/PB, 2015, Anais ... João Pessoa: INPE 2015.

SILVA, I.; SEGANTINE, P.C.L. – **Topografia para Engenharia – Teoria e Prática de Geomática**. Rio de Janeiro/RJ: Ed. Elsevier, 2015 – 1ª Edição.