

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIAS Uni-ANHANGUERA**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**VIABILIDADE DO USO DE VANT NO MAPEAMENTO DO**  
**LOTEAMENTO JARDIM GRAMADO EM GOIÂNIA - GO**

**BRUNO CÂNDIDO PARREIRA**  
**LUDIMYLLA FERREIRA DE SOUSA**

GOIÂNIA  
Novembro/2019

**BRUNO CÂNDIDO PARREIRA  
LUDIMYLLA FERREIRA DE SOUSA**

**VIABILIDADE DO USO DE VANT NO MAPEAMENTO DO  
LOTEAMENTO JARDIM GRAMADO EM GOIÂNIA- GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA, sob a orientação Professor Mestre Marcos Vinícius Alexandre da Silva, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA  
Novembro/2019

## FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNO CÂNDIDO PARREIRA  
LUDIMYLLA FERREIRA DE SOUSA

VIABILIDADE DO USO DE VANT NO MAPEAMENTO DO LOTEAMENTO JARDIM  
GRAMADO EM GOIÂNIA- GO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 11 de novembro de 2019 pela banca examinadora constituída por:



---

Prof. Ms. Marcos Vinícius Alexandre da Silva  
Orientador



---

Prof(a). Ms. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento  
Membro



---

Prof. Ms. Vinicius Nogueira Fróes  
Membro

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas, autor do nosso destino, nosso guia, socorro presente na hora de angústia e aos nossos pais que sempre tiveram ao nosso lado nas horas difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por nos ter permitido que estivéssemos hoje concluindo um sonho, nos dando forças, coragem, saúde e determinação para que pudéssemos enfrentar as dificuldades de cabeça erguida, a nossa família que foi crucial nessa etapa de nossas vidas, nos incentivando, apoiando nas horas difíceis e principalmente nos dando amor e carinho, aos nossos mestres que nos ensinaram e orientaram com paciência e dedicação e principalmente ao nosso orientador Marcus Vinicius, que nos incentivou a pesquisar sobre o tema proposto nesse TFC, despertando em nós um interesse muito além de uma simples pesquisa, mas algo que podemos levar para a nossa vida profissional. Enfim, só temos a agradecer a Deus por fazerem parte de nossas vidas.

Mesmo desacreditado e ignorado  
por todos, não posso desistir, pois  
para mim, vencer é nunca desistir.

Albert Einstein

## RESUMO

É notável o crescimento do uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) no seguimento topográfico e florestal, onde unidos com a tecnologia das câmeras digitais de menores dimensões simbolizam uma grande transformação no mercado tecnológico. O comércio para a utilização de VANT cresce cada vez mais, levando em consideração a oferta por equipamentos de última geração, a qualidade e produtividade nos serviços prestados. Este trabalho visa estudar a viabilidade da utilização de VANT em levantamentos topográficos, bem como tratar a importância dessa geotecnologia para a área cartográfica, com a finalidade de entender os processos de aquisição das imagens, processamento e geração dos produtos cartográficos planimétricos e altimétricos. Foi utilizado o equipamento da DJI PHANTON 4 Advanced para sobrevoar a área e captar as imagens que foram ortoretificadas por meio de programas computacionais no intuito de avaliar a qualidade do produto final, para verificar a viabilidade de VANT de pequeno porte em levantamentos topográficos. O estudo foi realizado no loteamento Jardim Gramado I localizado na região Norte da cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás. Tendo em vista a importância da topografia para as obras de engenharia, o VANT que, há muito tempo vem sendo utilizado para diversos fins, mostra como alternativa sua aplicação em mapeamento fotogramétrico em pequenas áreas. Essas aeronaves de dimensões reduzidas não possuem piloto a bordo, sendo guiadas remotamente por computadores e que associado à fotogrametria, são acopladas câmeras digitais de baixo custo, sendo possível comparar os seus produtos gerados com os produzidos por equipamentos tradicionais como o GNSS/RTK e Estação Total. Dessa forma, esse projeto de pesquisa em nível de graduação propõe uma análise da topografia de um loteamento por meio do VANT.

**PALAVRAS CHAVES:** Fotogrametria. Topografia. Veículo aéreo não tripulado.

## 1 INTRODUÇÃO

Através da normatização dos veículos aéreos não tripulados (VANT), diante dos avanços que a geotecnologia vem sofrendo, é inaceitável nos dias de hoje não dá a importância para a utilização desses equipamentos nas diversas áreas da engenharia e setor agrícola. A construção civil incessantemente vem acompanhando esse progresso na intenção de aprimorar seus métodos e ganhar tempo, para acondicionar sua permanência no mercado (WITTE, 2016).

A utilização do VANT tem crescido em ritmo acelerado no ramo da construção civil devido a multifuncionalidade dessas ferramentas em inúmeros projetos e por obterem êxito em suas delegações. A utilização dos veículos aéreos em levantamentos topográficos torna possível o alcance de dados em um pequeno intervalo de tempo, a partir do processo de fotogrametria que permite o mapeamento da face terrestre com precisões centimétricas, somando produtividade e diminuindo os custos (FERREIRA, 2014).

Apesar do grande aumento da utilização de VANT's em projetos civis, ainda pode ser apontado como uma tecnologia recente na atual conjuntura do Brasil. Dessa forma, ainda há déficit de estudo que exibam o desenvolvimento do sensoriamento remoto por veículo aéreo não tripulado na atualidade. Esse equipamento apresenta algumas utilidades fundamentais relacionados ao aerotransportado por aeronaves tripuladas e ao orbital, que são a diminuição dos custos para conseguir reproduções aéreas que representem a superfície terrestre, executar atividades em diversas circunstâncias que não exponha a vida humana, maior maleabilidade em tempo de resolução para se adquirir imagens com alta resolução espacial (LONGHITANO, 2010).

Desde a antiguidade a cartografia vem auxiliando o homem a retratar o espaço onde vive, no qual buscavam através de desenhos exprimir, não muito diferente da forma que hoje, o local habitado. A cartografia continua com o mesmo propósito de representar seu território juntamente com as transformações no ecossistema devido à ação humana; dessa forma, a cartografia é a ciência que estuda a representação da superfície terrestre por meio de mapas que irão auxiliar o ser humano na sua jornada diária a simbolizar o ambiente no qual está inserido (FRANCISCHETT,2007).

A análise de dados e processamento terrestres, são estabelecidas como um grupo de mecanismos e táticas aplicado à ciência de investigação e sustentação de recursos naturais, observando escalas distintas e a posição geográfica, sendo designadas geotecnologia (COSTA JÚNIOR, 2017).

A fotogrametria pode ser determinada como a arte, a ciência e o conhecimento de se alcançar referências garantidas sobre elementos físicos e ambientais através de procedimentos e recursos, medição e compreensão de fotografias (PEGORARO; GUBIANI; PHILIPS, 2013). De acordo com Tommaselli et al. (1999), a aerofotogrametria é uma ramificação da fotogrametria, em que as reproduções da imagem do solo são realizadas através de uma câmera de exatidão acoplada em uma aeronave. Ainda de acordo com Tommaselli (2009), grande parte dos trabalhos fotogramétricos realizados são remetidos ao mapeamento seja ele metódico ou para elaboração de algum projeto na área de engenharia, tendo que ser obedecidas algumas etapas para um resultado eficiente como projeto fotogramétrico, plano de voo, pré sinalização de alvos, voos e tomadas de fotografias, processamento fotográfico (reproduções e ampliações), determinação de pontos fotoidentificáveis para o apoio em campo, levantamento de campo, aerotriangulação e restituição que consiste na aquisição do produto final como coleta digital das feições planimétricas e altimétricas, gerando assim as curvas de nível do terreno ou Modelagem Digital de Terreno (MDT).

De uma forma geral, VANT ou serviço aéreo remotamente pilotado, (RPAS) pode ser conceituado como uma plataforma de conexão agregando pequenos custos operacionais, utilizada através de controles remotos, através de uma predefinição e planejamento de voo, com capacidade para desempenhar atividades como inspecionar, fiscalizar, observar e atacar o que pode variar de acordo com os elementos instalados (ALMEIDA, 2010).

A maioria dos trabalhos realizados pelo VANT ou Unmanned Aerial Vehicle (UAV) são para a utilização em plataformas que possibilitam o transporte de sensores remotos com o intuito de coletar imagens e informações da face terrestre (LONGHITANO, 2010). A operação favorável do VANT em baixas altitudes e sua versatilidade em manobras tem condicionado sua apresentação gradativa no campo da cartografia. No entanto a falta de análises detalhadas tem impossibilitado o uso deste método mais regularmente, já que a comercialização contemporânea na área da construção civil tem provocado insegurança em relação à sua atuação (XAVIER,2013).

Com esse intuito, verificou-se no presente estudo a viabilidade dessa tecnologia em mapeamentos urbanos em comparação com levantamentos utilizando receptores geodésicos, tecnologia já consagrada para a produção cartográfica de terreno.

O trabalho avaliou a aplicabilidade da tecnologia no levantamento topográfico do loteamento Jardim Gramado I, em Goiânia-GO, apontando as principais vantagens e desvantagens, assim como a precisão alcançada dos dados planimétricos e altimétricos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo é o Loteamento Jardim Gramado I, localizado na região norte da cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás, com coordenadas centrais UTM E=681.170m N=8.160.184m, fuso 22 S, MC 51°, tendo aproximadamente 85.650m<sup>2</sup> de área (Figura 01). A área levantada é considerada plana, apresentando pequeno desnível para a região do Ribeirão Caveirinha, o qual faz limite e encontra-se atualmente em fase de implantação.

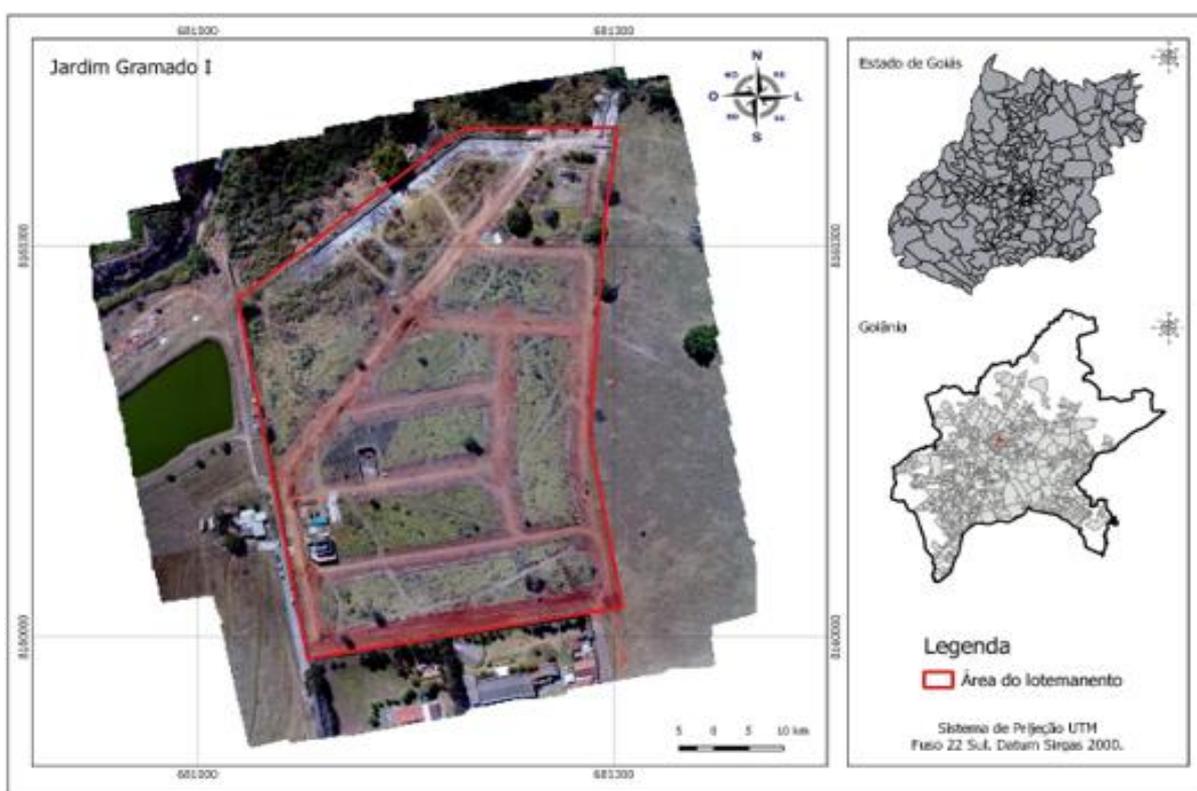


Figura 01. Localização do Jardim Gramado I (área de estudo).

Fonte: O Autor (2019).

### 2.2 Levantamento Topográfico convencional por receptores GNSS

Para a execução do trabalho utilizou o Real Time Kinematic (RTK) TPS10 da Topomap (Figura 02), que apresenta como especificação técnica para levantamentos a precisão horizontal de 8 mm + 1 ppm. Os receptores GNSS atuam como unidades de processamento habilitados para reconhecer, no exato momento, as informações enviadas pelos satélites das constelações (GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS e SBAS). Através de métodos de

posicionamento (Absoluto, Ponto Preciso, Relativo, Relativo/RTK), fornecem as coordenadas da localização desejada e as coordenadas de origem para a orientação.



Figura 02. Levantamento topográfico com RTK.

Fonte: O Autor (2019).

Em seguida, acessou o aplicativo Carlson Report Generator para converter o levantamento do RTK da extensão RW5 para uma planilha, o que possibilitou a amostragem de dados coletados em campo (Figura 03). Os dados foram levados para o software TOPOGRAPH 98 SE, software, para inclusão dos pontos levantados em campo e geração das curvas de nível o que possibilitou a exportação na extensão DXF, a qual é suportada por outros softwares como o Auto Cad, sendo posteriormente trabalhado no programa Qgis, utilizado para manipulação dos dados espaciais.

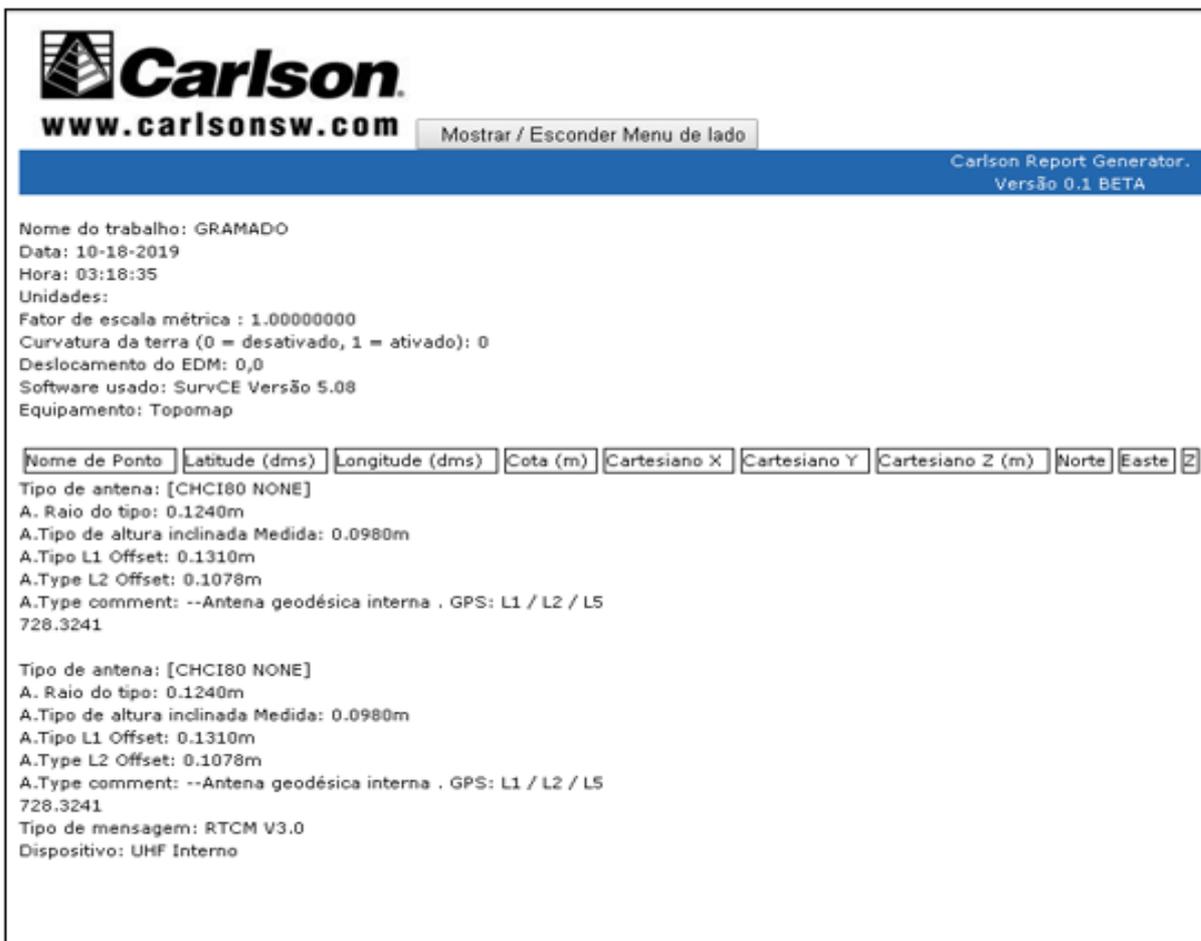


Figura 03. Processamento no aplicativo Carlson Survey.  
 Fonte: O Autor (2019).

### 2.3 Levantamento por Veículo Aéreo Não Tripulado

O modelo Phantom 4 Advanced da empresa DJI foi o drone utilizado no mapeamento. O equipamento tem aproximadamente 1,4 kg de peso e vem munido com o sistema FlightAutonomy para assegurar o afastamento de obstáculos e também com o sistema duplo de orientação via satélite, GPS e GLONASS, conferindo boa estabilidade no ar. Sua câmera com sensor de 1 polegada, 20 MP e um obturador mecânico, tem a capacidade de processamento com suporte de vídeos H.264 4K a 60 fps e H.265 4K a 30 fps e, suportando cartão microSD de 128GB. Pode se manter no espaço aéreo por um tempo de até 30 minutos com uma bateria (Figura 04).



Figura 04. Drone *Phantom 4 Advanced*  
Fonte: O Autor (2019).

### **2.3.1 Planejamento do voo**

Todo levantamento topográfico por meio de drone necessita de planejamento prévio antes de sair voando. Essa etapa é de suma importância pois a qualidade e o tipo do produto gerado é de acordo com os parâmetros inseridos antes do voo. Para isso, na área de aproximadamente 8,6 hectares, foi utilizado o aplicativo gratuito Dronedeploy, também da DJI, com as seguintes configurações (figura 05):

- Altura de voo: 100 metros;
- Sobreposição frontal (Front Overlap): 75%
- Sobreposição lateral (Side Overlap): 75%
- Direção de voo (Flight Direction): 100°
- Mapeamento da velocidade de voo (mapping flight speed): 10m/s

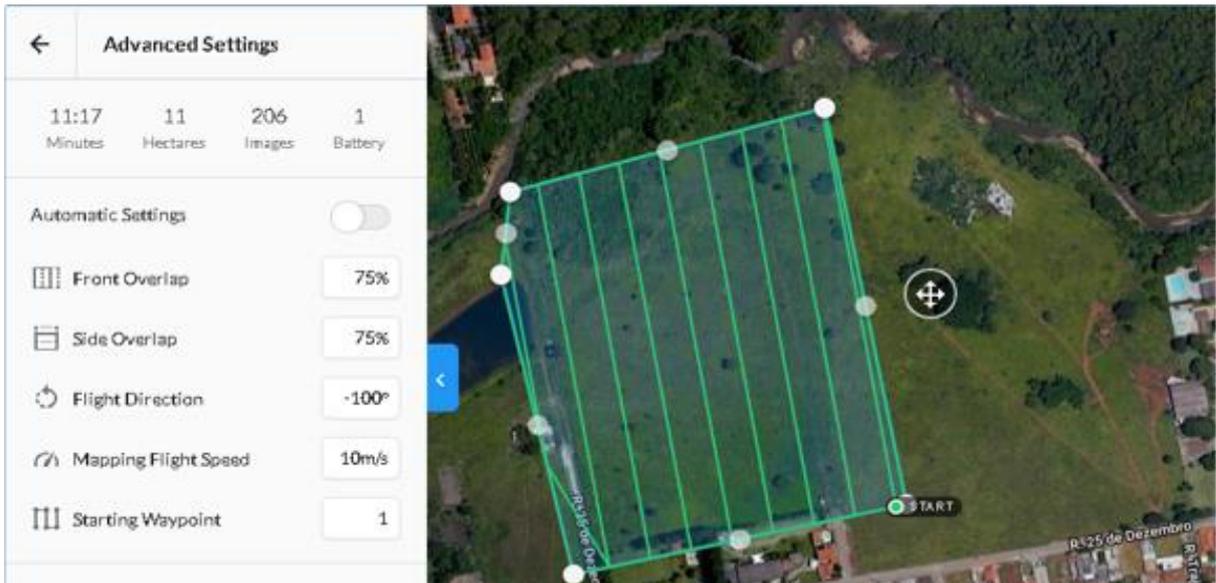


Figura 05. Planejamento de voo realizado no mapeamento do Loteamento Jardim Gramado.  
Fonte: O Autor (2019).

Após a inserção dos parâmetros, já em campo, é realizada a checagem dos instrumentos de voo, momentos antes de levantar voo com o drone. Essa verificação é feita pelo Dronedeploy e observa se há alguma inconformidade na parte mecânica da aeronave e do controle, assim como a câmera e as permissões de voo (Figura 06).

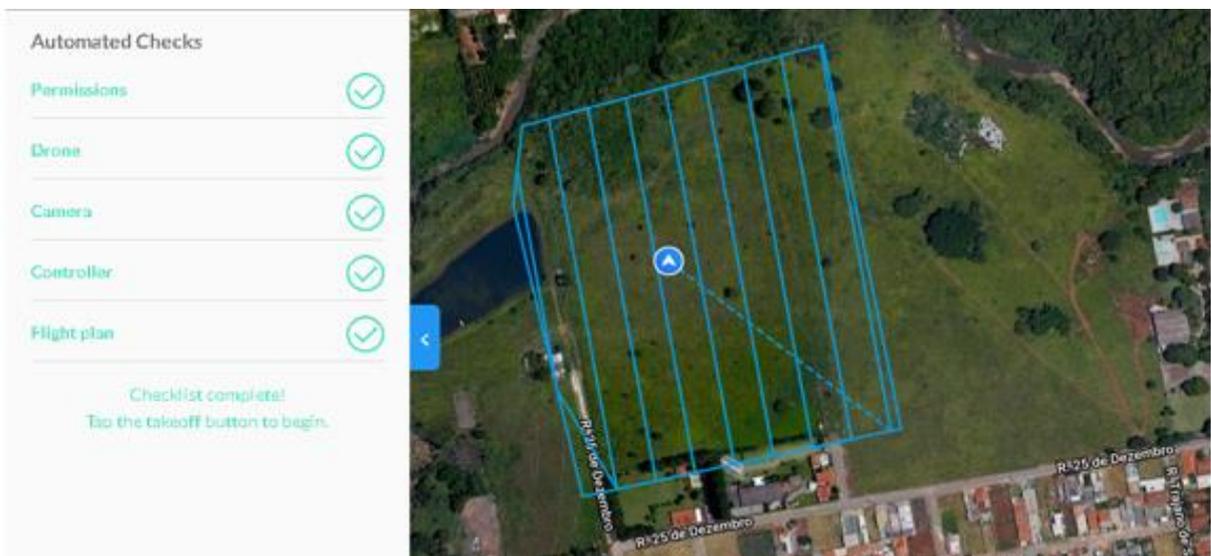


Figura 06. Checagem realizada antes do voo.  
Fonte: O Autor (2019).

### 2.3.2 Execução do voo

No dia 10/08/2019, às 12:20 horas, com autorização prévia da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), foi realizado o sobrevoo do loteamento Jardim Gramado I.

A configuração preestabelecida de voo, gerou 206 imagens com resolução de voo (GSD) de 3,0cm por pixel e o tempo para cobrir a área foi de aproximadamente 11 minutos, necessitando apenas de uma bateria (Figura 07).



Figura 07. Área com as linhas de voo e o ponto de partida e chegada.  
Fonte: O Autor (2019).

### 2.3.3 Processamento dos Dados Obtidos no Voo

Foi utilizado o software russo Agisoft Metashape, que realiza o processamento fotogramétrico de imagens digitais e gera dados espaciais como ortomosaicos, modelos do terreno e curvas de nível. Tem uma interface de fácil manuseio e pode ser manipulado facilmente por profissionais que tenha conhecimento em cartografia. Para esse trabalho, adotou-se os seguintes procedimentos:

- 1) Inserção e alinhamentos das fotos.
- 2) Transformação de coordenadas. As fotos são registradas inicialmente no sistema de coordenadas geográficas e datum planimétrico WGS-84 e precisam ser convertidas para o sistema de coordenadas projetadas UTM e datum Sirgas 2000.

- 3) Geração da nuvem de pontos. Procedimento necessário para geração dos modelos de superfície, pois, é nesses pontos que contém as altitudes.
- 4) Confeção do ortomosaico, que é a junção das fotos em um único arquivo.
- 5) Elaboração do modelo digital de superfície. Traz informações do relevo, levando em consideração tudo que está acima do solo.
- 6) Elaboração do modelo digital de terreno. Retira por meio de uma taxa de inclinação os pontos da nuvem densa que estão acima de uma determinada angulação, caracterizado geralmente nesse ambiente como edificações e árvores
- 7) Geração das curvas de nível utilizando o modelo digital de terreno.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar a utilização de métodos de levantamentos topográficos diferentes, RTK e Aerofotogramétrico, para a confecção de um mesmo produto. Para tanto, foram feitas análises sobre:

- Custos operacionais dos levantamentos;
- Tempo para execução de cada método;
- Comparação das métricas entre os métodos.

#### 3.1 Custos Operacionais dos Levantamentos

O programa Carlson Report Generator, usado nos dados do RTK, e o Qgis, na comparação dos métodos, são gratuitos, portanto, foi desconsiderado na avaliação. Inicialmente foi feita uma verificação junto a uma empresa prestadora desse tipo de serviço, juntamente com fornecedores de equipamentos de topografia convencional e de aerolevanteamento, com relação aos custos na aquisição dos equipamentos utilizados e software empregados para a viabilidade dos levantamentos. Conforme indicado nas Tabelas 01 e 02, pode-se verificar os demonstrativos dos equipamentos e softwares enfatizando seus custos e fornecedores.

Tabela 01. Marca e modelo de Equipamentos e Software

<b>Tipo de Levantamento</b>	<b>Equipamento modelo/ marca</b>	<b>Software nome/fornecedor</b>
Levantamento por GNSS - RTK	RTK TPS10/ Topomap	TopoGRAPH 98 SE / BENTLEY
Levantamento Aerofotogramétrico	VANT Phantom 4 Advanced/ DJI	AGISOFT Metashape

Fonte: O Autor (2019).

Tabela 02. Valores de aquisição de equipamentos e software

<b>Tipo de Levantamento</b>	<b>Equipamento (R\$)</b>	<b>Software (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Levantamento por GNSS RTK	R\$ 60.000,00	R\$ 5.500,00	R\$ 65.500,00
Levantamento Aerofotogramétrico	R\$ 6.000,00	R\$ 14.000,00	R\$ 20.000,00

Fonte: O Autor (2019).

No que se refere a valores, cabe ressaltar que o mercado tem muitas variedades de modelos de equipamentos que são utilizados de acordo com a precisão e a viabilidade financeira. Novos modelos surgem a cada lançamento de Receptores GNSS e VANT onde podem variar conforme especificações técnicas, englobando tanto produtividade, quanto qualidade no levantamento. Contudo, os valores para execução desses serviços podem sofrer uma alteração bastante significativa o que pode haver variação conforme relação de custo-benefício e qual a precisão no levantamento que se almeja alcançar, permitindo assim a escolha da técnica mais viável para sua execução.

### 3.2 Tempo para Execução de Cada Método

Os levantamentos de campo foram feitos em dias diferentes, porém as condições climáticas / meteorológicas estavam ideais para ambos os procedimentos; No caso do levantamento aerofotogramétrico que foi realizado por volta das 12:20 hrs, tivemos um dia ensolarado que impossibilitou que as sombras maiores cobrissem mais objetos e maiores áreas na imagem, pois quando isso ocorre, não é obtido uma resposta espectral adequada desse alvo havendo dificuldade para sua identificação com qualidade na imagem. Na tabela 03 quantifica-se o tempo médio gasto nas atividades que envolvem os métodos.

Tabela 03. Tempo médio gasto para realização dos trabalhos

<b>Tipo de Levantamento</b>	<b>Atividades de campo (horas)</b>	<b>Atividades de Processamento de dados (horas)</b>	<b>Tempo total (horas)</b>
Levantamento por GNSS – RTK	2 h e 30min.	10 min.	2 h e 40 min.
Levantamento Aerofotogramétrico	20 min	1 h	1 h e 20 min.

Fonte: O Autor (2019).

Se levar em consideração o tempo de 2 h e 30min. permanecido em campo o drone seria mais viável, porém o tempo de processamento no escritório é mais prolongado. Já o RTK, tem um tempo de permanência em campo maior, contudo o processamento em escritório é mais rápido por não utilizar arquivos matriciais, como é usado no aerolevanteamento.

Em campo o levantamento com RTK exige um profissional habilitado na área de topografia, que seja ágil e com expertise para operar o equipamento. E sendo necessário na maioria das vezes dois (2) operadores de campo, enquanto o drone é mais fácil por conta do aplicativo Drone Deploy, pois o VANT levanta e pouso sozinho do solo exigindo apenas que o

operador saiba encaixar as hélices e posicioná-lo em lugar adequado (plano, afastado de obstáculo e etc).

Apesar de necessitar apenas de um (01) operador para o drone, o mesmo exige um tempo maior de processamento dos dados que pode variar conforme configuração do computador (memória, processamento e etc.)

### 3.3 Comparação das métricas entre os métodos.

Foram coletados diversos pontos em campo com o RTK, dando preferência para elementos que pudessem ser visualizados em pontos homólogos nas imagens do drone. Para isso foram selecionados 16 locais, representados por poste de iluminação e cantos de lote (Figura 08).

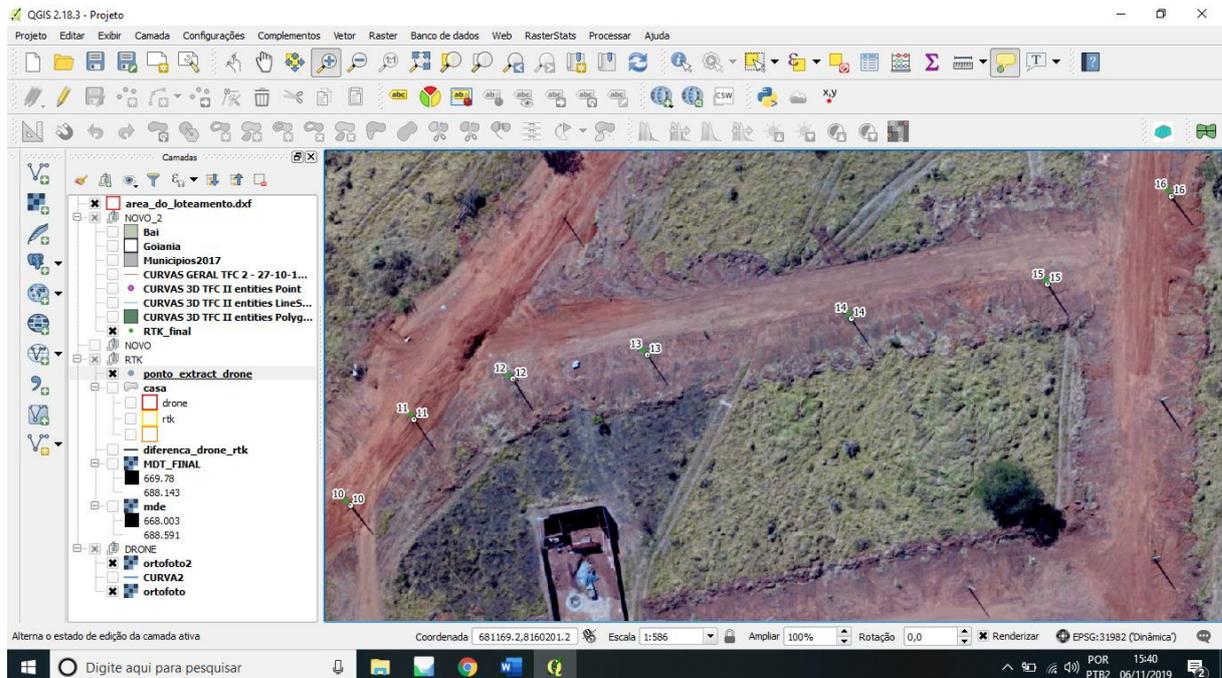


Figura 08. Disposição dos pontos 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16, coletados com RTK no mosaico. Fonte: O Autor (2019).

Nas figuras 09 e 10 mostram a localização dos pontos locados, onde os pontos na cor verde indicaram os pontos coletados com o RTK e os pontos na cor branca indicados na posição da imagem referente ao levantamento com drone. Entre os pontos analisados, notou-se que as diferenças de posicionamentos dos pontos coletados tiveram a mesma direção, de RTK para o Drone, sentido Sudeste

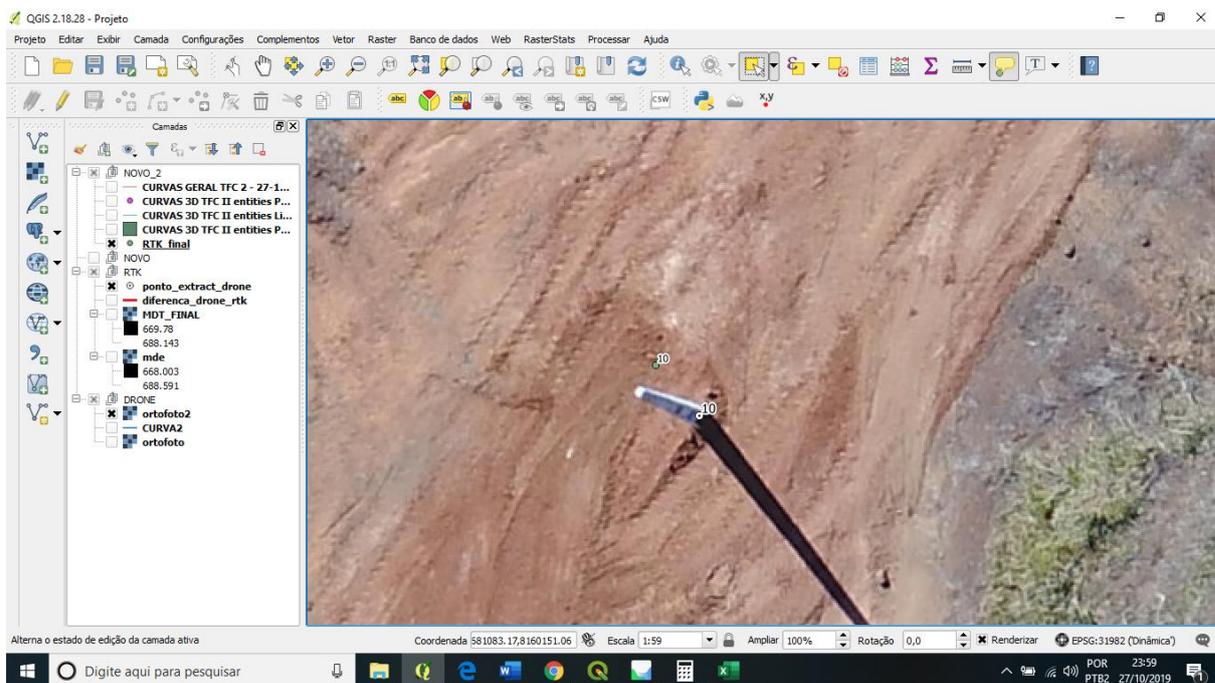


Figura 09. Localização dos pontos coletados no RTK e indicação do mesmo ponto na imagem coletada pelo drone.

Fonte: O Autor (2019).

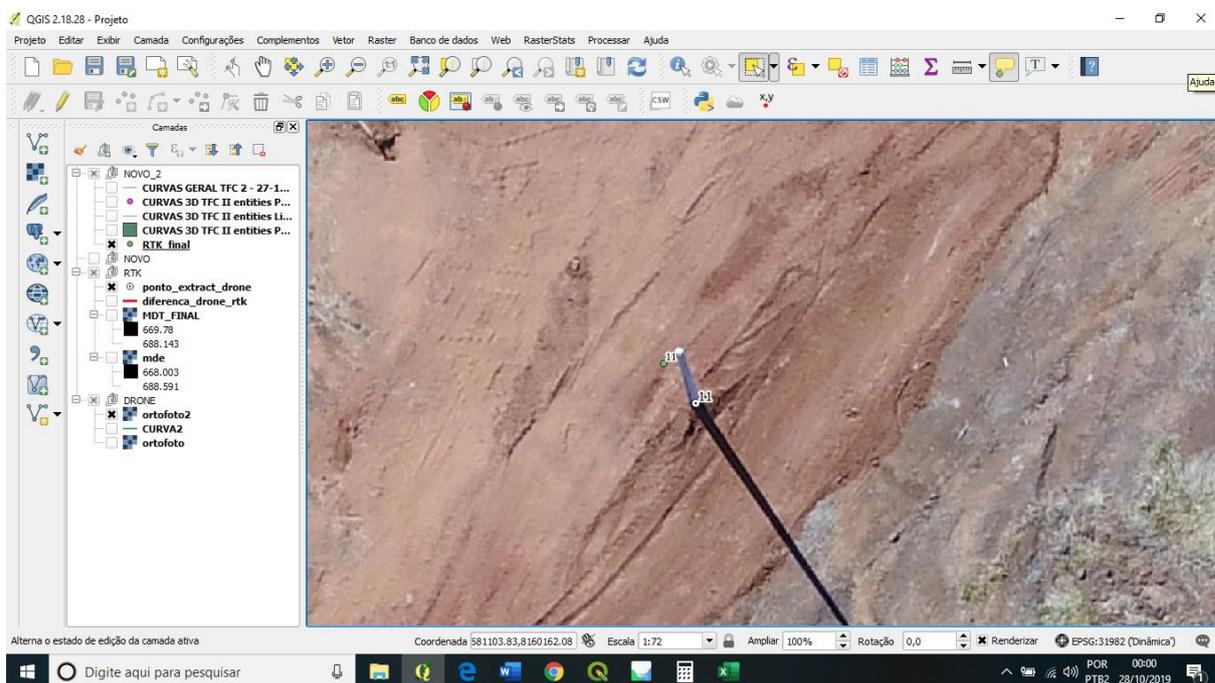


Figura 10. Localização dos pontos coletados no RTK e indicação do mesmo ponto na imagem coletada pelo drone.

Fonte: O Autor (2019).

Comparando os dois levantamentos (tabela 04 e 05), pode-se visualizar que a média das diferenças das coordenadas planimétricas (X) foi de 0,862 metros ou 86,2 cm, a média das diferenças das coordenadas planimétricas (Y) foi de 0,746 metros ou 74,6 cm e a média das

coordenadas altimétricas (Z) foi de 1,20m ou 120 cm, no qual pode-se verificar que a altimetria representou a maior discrepância no comparativo realizado

Tabela 04. Coordenadas geradas a partir do levantamento com RTK.

<b>Levantamento com RTK</b>			
<b>Ponto</b>	<b>X1</b>	<b>Y1</b>	<b>Z1</b>
1	681280,387	8160018,092	687,192
2	681124,627	8160054,442	683,133
3	681086,855	8160048,016	682,123
4	681098,69	8160060,242	682,327
5	681084,786	8160057,771	681,985
6	681078,997	8160061,814	681,597
7	681077,134	8160072,335	681,586
8	681095,992	8160075,674	681,747
9	681070,086	8160095,772	680,251
10	681080,885	8160146,857	678,574
11	681092,074	8160161,913	678,436
12	681109,05	8160168,872	678,579
13	681132,664	8160173,129	679,23
14	681168,327	8160179,445	679,813
15	681202,594	8160185,349	680,17
16	681223,967	8160201,093	679,598

Fonte: O Autor (2019).

Tabela 05. Coordenadas geradas a partir do levantamento com drone.

<b>Levantamento com Drone</b>			
<b>Ponto</b>	<b>X1</b>	<b>Y1</b>	<b>Z1</b>
1	681280,782	8160017,685	688,666
2	681125,642	8160053,682	683,665
3	681088,005	8160047,097	683,048
4	681099,667	8160059,612	684,037
5	681085,986	8160057,202	683,147
6	681080,185	8160061,183	682,931
7	681078,481	8160071,554	682,994
8	681096,857	8160074,898	684,189
9	681071,367	8160095,038	681,448
10	681081,657	8160145,965	679,570
11	681092,768	8160161,048	679,301
12	681109,926	8160168,093	679,582
13	681133,337	8160172,302	680,211
14	681168,806	8160178,679	680,860
15	681202,932	8160184,764	681,185
16	681224,509	8160200,067	680,728

Fonte: O Autor (2019).

Em seguida foi comparado as coordenadas X, Y e Z dos dois levantamentos, fazendo a diferença entre elas e obtendo a média e o desvio padrão (Tabela 06).

Tabela 06. Apresentação dos resultados obtidos da média e desvio padrão

<b>Coordenadas</b>	<b>Média (m)</b>	<b>Desvio Padrão</b>
X1 - X2	0,862	0,313
Y1 - Y2	0,746	0,149
Z1 - Z2	1,2	0,416

Fonte: O Autor (2019).

O desvio padrão é uma medida que evidencia o grau de dispersão de uma reunião de informações, ou seja, o desvio padrão aponta levando em consideração o quanto uniforme estão os pontos coletados. A homogeneidade das informações obtidas se dá devido à proximidade dos valores tenderem a zero (0).

Outro comparativo realizado tratou-se dos desníveis entre os dois métodos apresentados neste estudo. Para isso foi necessário determinar o Modelo Digital do Terreno (MDT), conforme indicado na Figura 11, evidenciando que através da fotogrametria pode ser

gerado as curvas de nível, a partir do Modelo Digital de Superfície (MDS), onde requer uma quantidade bastante satisfatória de pontos coletados no solo.

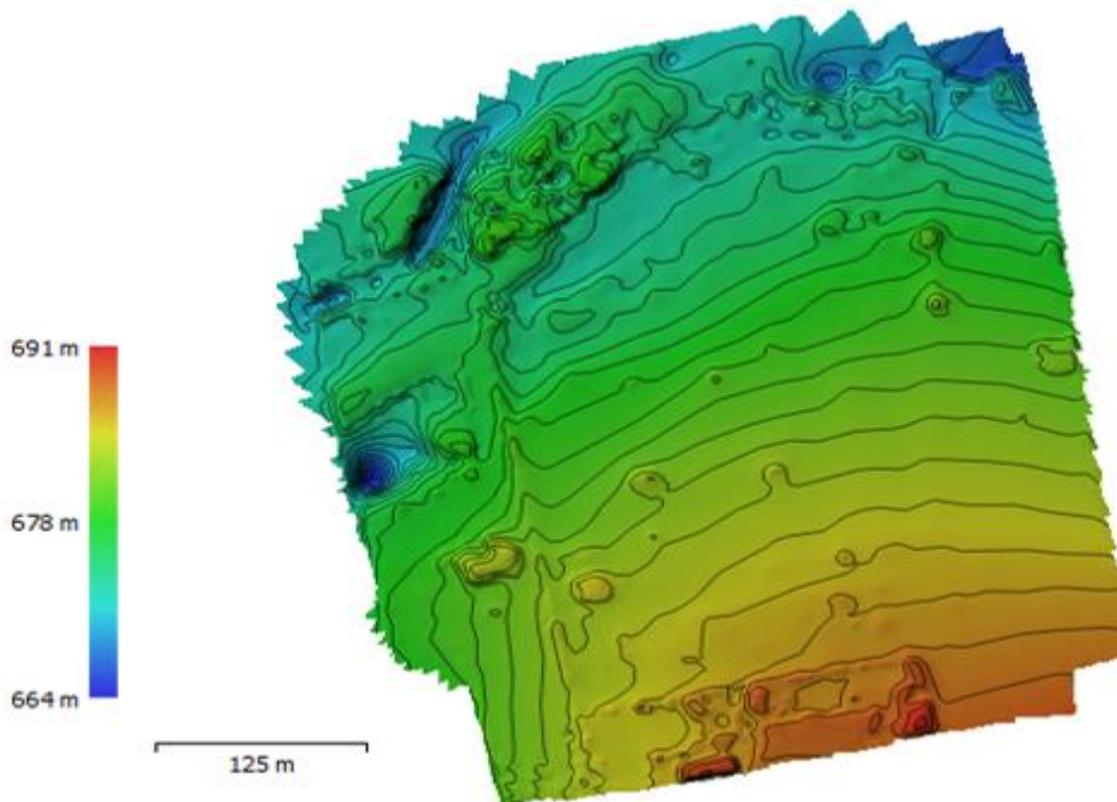


Figura 11. MDT com as curvas de nível gerado a partir do levantamento com drone  
Fonte: O Autor (2019).

De posse do MDT verificou-se as diferenças de altitudes, com o intuito de analisar a qualidade dos dados altimétricos gerados pelo VANT. Por efeito disso foram escolhidos cinco pontos e determinou-se, em módulo, as diferenças entre eles. Os alinhamentos dos pontos 10 para o ponto 11 e do ponto 11 para o ponto 12 apresentaram os menores desníveis, tanto nos dados do drone como do RTK, conforme ilustrado nas tabelas 07,08, 09 e 10.

Tabela 07. Apresentação dos desníveis dos pontos do RTK utilizados para comparação

Ponto	Altimetria RTK (m)	Desnível (m)	Alinhamento
10	678,574	0,138	Ponto 10 p/ Ponto 11
11	678,436	0,143	Ponto 11 p/ Ponto 12
12	678,579	0,651	Ponto 12 p/ Ponto 13
13	679,230	0,583	Ponto 13 p/ Ponto 14
14	679,813	-	-

Fonte: O Autor (2019).

Tabela 08. Apresentação dos desníveis dos pontos do drone utilizados para comparação

<b>Ponto</b>	<b>Altimetria Drone (m)</b>	<b>Desnível (m)</b>	<b>Alinhamento</b>
10	679,570	0,269	Ponto 10 p/ Ponto 11
11	679,301	0,281	Ponto 11 p/ Ponto 12
12	679,582	0,629	Ponto 12 p/ Ponto 13
13	680,211	0,649	Ponto 13 p/ Ponto 14
14	680,860		

Fonte: O Autor (2019).

Tabela 09. Resultados dos comparativos realizados entre os dois métodos.

<b>Alinhamento</b>	<b>Diferença Entre os Desníveis (RTK -Drone)</b>
Ponto 10 p/ Ponto 11	0,131
Ponto 11 p/ Ponto 12	0,138
Ponto 12 p/ Ponto 13	-0,022
Ponto 13 p/ Ponto 14	0,066

Fonte: O Autor (2019).

Tabela 10. Resultados dos comparativos realizados entre os dois métodos em módulo

<b>Alinhamento</b>	<b>Diferença Entre os Desníveis (RTK -Drone) Em Módulo</b>
Ponto 10 p/ Ponto 11	0,131
Ponto 11 p/ Ponto 12	0,138
Ponto 12 p/ Ponto 13	0,022
Ponto 13 p/ Ponto 14	0,066

Fonte: O Autor (2019).

Os alinhamentos do ponto 10 para o ponto 11 e do ponto 11 para o ponto 12, tiveram em média 13 centímetros de diferença entre os desníveis dos métodos, e foram justamente os alinhamentos que apresentaram os menores desníveis. Já os alinhamentos do ponto 12 para o ponto 13 e do ponto 13 para o ponto 14 modo tiveram os maiores desníveis, porém com as menores discrepâncias entre os métodos, apresentando 2,2 cm e 6,6 cm respectivamente. Portanto em trechos do terreno com maior desnível tende a ter menos disparidade entre os métodos.

Foram realizados também o comparativo da área em relação aos dois métodos de levantamentos apresentados, conforme ilustrado na Figura 12, onde considerou-se como referência o perímetro do muro do lote existente, segundo as seguintes áreas:

- Perímetro Ortofoto: área de 279,00 metros quadrados.
- Perímetro RTK: área 287,4 metros quadrados



Figura 12. Polígono com indicação da área do RTK, sobrepondo a ortofoto gerada.  
Fonte: O autor (2019).

A diferença de área encontrada foi de 8,40 metros quadrados, representando o RTK uma área maior que a área medida pela imagem do drone. Essa discrepância certamente ocorreu na elaboração do mosaico. Com isso buscou-se na coletânea de fotos tiradas pelo o drone outra cena que melhor se enquadra para compor a união das imagens, porém como pode ser visto na imagem, não foi obtido êxito.

Quando não existe a possibilidade de substituição da cena, é necessário que se faça um novo sobrevoo na área de interesse.

## 4 CONCLUSÕES

Analisando as diferenças encontradas entre os dois métodos pode-se concluir que a topografia com a utilização do VANT seria uma melhor opção válida, devido ao detalhamento que o drone apresentou do terreno.

O desnível entre os pontos coletados com o drone também foi satisfatório, pois apresentou uma diferença mínima em relação ao RTK, não havendo diferença de nível exorbitando entre os pontos coletados com o mesmo equipamento, o que seria propício para os projetos complementares do loteamento como drenagem, água e esgoto. Para projetos de terraplenagem, no que se refere ao cálculo de volume, também gerou dados satisfatórios, pois com o drone a cobertura do terreno é praticamente total, no qual é gerado uma enorme quantidade de pontos altimétricos por toda a área, já com o RTK seria inviável a coleta de muitos pontos. Na prática, com o equipamento geodésico, coleta-se menos pontos, tendo a interpolação prejudicada, diminuindo assim a precisão.

Para a planimetria, não foi viável, pois o erro em X (86,2 cm) e em Y (74,6 cm), acarretaria mudanças na área a ser loteada e conseqüentemente influenciaria nas metragens dos lotes. A se destacar que foi comparada apenas uma porção do terreno, precisando ser realizado mais testes.

Os resultados obtidos mostram que em outras áreas, que não requer precisão centimétricas, podem ser úteis, como na medição de terra para agricultura e pecuária, mapeamentos de uso e cobertura do solo e identificação de alvos, tolerando assim erros nas cenas.

A utilização de pontos de controle, no qual a imagem é georreferenciada por meio de GNSS Geodésico, haveria o ajuste geométrico da imagem, o que ampliaria o uso dessa geotecnologia nos projetos de engenharia e arquitetura. Portanto, devido a não utilização dos pontos de controle neste trabalho, seria uma opção válida para darem continuidade nessa linha de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **IS 21-002 Revisão A**: emissão de certificado de autorização de voo experimental para veículos aéreos não tripulados. Brasília, 2010. Disponível em: < <http://pergamum.anac.gov.br/arquivos/IS21-002A.pdf> >. Acesso em: 17 de fev. 2019.
- ALMEIDA, J.A. **Normas de segurança para implantação dos VANT civis no espaço aéreo brasileiro**: Uma nova abordagem. Revista Conexão Sipaer, v.2, n.1 - final p.214, 2010. Disponível em: < <http://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/51> > acesso em: 15 de abril de 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro.1994.
- CHIACCHIO, S.S.R.; TEIXEIRA, B.E.; TECH, A.R.B. **VANT**: Um estudo sobre a utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado na agricultura de precisão. Espacios, Venezuela v38 n.24, p.5, 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n24/a17v38n24p05.pdf>> acesso em 24/05/2019.
- COSTA, G. C.; SILVA, D. C. Pré-sinalização de pontos de apoio em aerofotogrametria com câmeras de pequeno formato. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 4, 2012, Recife. **Anais**. Pernambuco: Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da UFPE, 2012, p.3.
- COSTA JÚNIOR, J. T. **O uso de VANT no monitoramento ambiental**: Estudo de caso do rio M'boicy. 2017. p.10. Artigo (Bacharel em Geografia) Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território - ILATIT, Foz do Iguaçu, Paraná.
- CUNHA, G.; FERREIRA, R; FLORENCIO, R.; CLAYTON, E. **AVANTAGRO Drones e Agricultura, Brasília**, p.11-13, 2018. Disponível em: < <http://avantagro.com.br> > acesso em: 20 de maio de 2019.
- FERREIRA, A.M. **Avaliação de câmara de pequeno formato transportada por veículo aéreo não tripulado – VANT, para uso em aerolevantamentos**. 2014. 14 f. Dissertação (Pós-graduação em Geociências aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal.
- FERREIRA, M.E.. **Aerofotogrametria com veículos Aéreos Não Tripulados**: da teoria à prática. Notas de aula. Geocursos. 2018.
- FRANCISCHETT, M. N. **A Cartografia Escolar Crítica**. 2007. p.3, Artigo (Doutora e Professora do Curso de Geografia) - UNIOESTE - Campus de Francisco Beltrão, Paraná, GLOBAL. Enciclopédia. **Fotogrametria | Ciência Aplicada à Fotografia**. Disponível em: <http://www.megatimes.com.br/2014/05/fotogrametria-ciencia-aplicada.html>, Acesso em: 26 de Abril 2019.
- LEITE, M.E.; LEITE, M. R.; CLEMENTE, M.S. **Geotecnologias e Gestão urbana**: Uma aplicação na identificação de terrenos públicos municipais. 2006. p.2. Artigo (Acadêmico em Geografia) - Unimontes, Montes Claros, Minas Gerais.

LONGHITANO, G. A. **VANTs para sensoriamento remoto:** Aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. 2010. 1 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEGORARO, A. J.; GUBIANI, J.S.; PHILIPS, J.W. **Veículo aéreo não tripulado:** Uma Ferramenta de auxílio na gestão pública. In: Simpósio Argentino de Informática y Derecho, 2013, SID. p.178.

PRUDENTE, N.C.; MORAES, M.F.; SILVA, C.C.; CAMARGOS, L.A. Aplicação do Modelo Digital de Terreno (MDT) Advanced Elevation Series (AES) em parte do município de Formosa, GO. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. 2015, João Pessoa. **Anais.** João Pessoa: INPE, 2015. p.4561.

RIBEIRO, C. M. **As Geotecnologias no ensino de geografia:** Análise das coleções didáticas do ensino médio do pnld 2015. 2018. 16 f. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná.

SABARÁ, H.H. R. **O Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) na Identificação do Percevejo Marrom em Lavouras de Soja Usando Técnicas de Reconhecimento de Padrões e Aprendizado de Máquinas.** 2018. 13 f. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná.

TOMMASELLI, A. M. G. **Fotogrametria Básica – Introdução,** Centro de Ciências Humanas e da Educação da Universidade do Estado de Santa Catarina, 2009. (Apostila)

TOMMASELLI, A. M. G; et al. **Fotogrametria – aplicações a curta distância,** In: MENEGUETE Jr. M.; ALVES, N. (Organizadores), FCT 40 anos, Perfil Científico Educacional, 1999, Presidente Prudente - SP, p.147.

TOPOMAP. Disponível em: <http://topomap.com.br/index.php/component/virtuemart/gps-rtk/t10-detail?Itemid=0> > acesso em 09 de maio de 2019.

VEIGA, L. A.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION. P. L. **Fundamentos de Topografia.** Engenharia Cartográfica e de Agrimensura Universidade Federal do Paraná, 2012. p.1

WITTE, D.W. **Estudo de Caso:** Resultados aerofotogramétricos obtidos com VANT de baixo custo. 2016. p.16. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

XAVIER, R. **A utilização do VANT em levantamentos ambientais.** 2013. P.4. Artigo (especialização em Análise Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

**VIABILIDADE DO USO DE VANT NO MAPEAMENTO DO LOTEAMENTO  
JARDIM GRAMADO EM GOIÂNIA - GO**

**PARREIRA, Bruno Cândido<sup>1</sup>; SOUSA, Ludimylla Ferreira<sup>1</sup>; Marcos Vinícius Alexandre da  
SILVA, Marcos Vinícius Alexandre<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Aluno do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA. <sup>2</sup>Professor orientador Mestre do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

É notável o crescimento do uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) no seguimento topográfico e florestal, onde unidos com a tecnologia das câmeras digitais de menores dimensões simbolizam uma grande transformação no mercado tecnológico. O comércio para a utilização de VANT cresce cada vez mais, levando em consideração a oferta por equipamentos de última geração, a qualidade e produtividade nos serviços prestados. Este trabalho visa estudar a viabilidade da utilização de VANT em levantamentos topográficos, bem como tratar a importância dessa geotecnologia para a área cartográfica, com a finalidade de entender os processos de aquisição das imagens, processamento e geração dos produtos cartográficos planimétricos e altimétricos. Foi utilizado o equipamento da DJI PHANTON 4 Advanced para sobrevoar a área e captar as imagens que foram ortoretificadas por meio de programas computacionais no intuito de avaliar a qualidade do produto final, para verificar a viabilidade de VANT de pequeno porte em levantamentos topográficos. O estudo foi realizado no loteamento Jardim Gramado I localizado na região Norte da cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás. Tendo em vista a importância da topografia para as obras de engenharia, o VANT que, há muito tempo vem sendo utilizado para diversos fins, mostra como alternativa sua aplicação em mapeamento fotogramétrico em pequenas áreas. Essas aeronaves de dimensões reduzidas não possuem piloto a bordo, sendo guiadas remotamente por computadores e que associado à fotogrametria, são acopladas câmeras digitais de baixo custo, sendo possível comparar os seus produtos gerados com os produzidos por equipamentos tradicionais como o GNSS/RTK e Estação Total. Dessa forma, esse projeto de pesquisa em nível de graduação propõe uma análise da topografia de um loteamento por meio do VANT.

**PALAVRAS CHAVES:** Fotogrametria. Topografia. Veículo aéreo não tripulado