

## **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS: ESTAÇÃO TOTAL, LASER SCANNER TERRESTRE E DRONE**

*Comparative Analysis among Topographic Surveys: Total Station, Laser Scanner Terrestrial and Drone*

**Arlen Oliveira de Menezes**

**Centro Universitário de Goiás – Uni Anhanguera**

Núcleo de Exatas

R. Prof. Lázaro Costa, 456 - Cidade Jardim, Goiânia – GO  
menezarlen2@hotmail.com

**Prof. Esp. Helena Bernardes Cortez (Orientadora)**

**Centro Universitário de Goiás – Uni Anhanguera**

Núcleo de Exatas

Rua Prof. Lázaro Costa, 456 – Cidade Jardim, Goiânia - GO  
hbcagrimensura@yahoo.com.br

**Jéssika de Almeida Mota Campos**

**Centro Universitário de Goiás – Uni Anhanguera**

Núcleo de Exatas

R. Prof. Lázaro Costa, 456 - Cidade Jardim, Goiânia – GO  
jessikaeng@gmail.com

**Marcones Santos Moraes**

**Centro Universitário de Goiás – Uni Anhanguera**

Núcleo de Exatas

R. Prof. Lázaro Costa, 456 - Cidade Jardim, Goiânia – GO  
marcones.santos@gmail.com

**Pollyana Soares de Oliveira**

**Centro Universitário de Goiás – Uni Anhanguera**

Núcleo de Exatas

R. Prof. Lázaro Costa, 456 - Cidade Jardim, Goiânia – GO  
polly.eng@hotmail.com

### **Resumo:**

Para o presente estudo foram realizados comparativos relacionado à precisão dos levantamentos topográficos de uma área destinada a ampliação de um empreendimento, com objetivo de mapear a área localizada a margem direita de uma guarita, e teve como base, o mapeamento fornecido pelo contratante (levantamento feito com estação total convencional), com o objetivo de “as built”. No levantamento foram utilizados uma estação total RTS 112L, o laser scanner terrestre modelo FARO Focus 3D X330 posicionadas em pontos georreferenciados e pré-estabelecidos, e o

drone DJI modelo Phantom 4 Pro que sobrevoa a área captando imagens para o processamento, onde obteve-se uma ortofoto. A comparação se deu através do software AutoCad 2016, que possibilitou a tomada de medidas, para comparação, onde foram consideradas áreas que fossem comuns nos três levantamentos, sendo estas, áreas de bases de torres, áreas de canaletas e até mesmo área de bloco sextavado disposto no pavimento. Considerando os dados da estação total como referência foi possível observar diferença nos resultados obtidos, onde o laser scanner terrestre e o drone apresentaram áreas menores do que o levantamento feito com estação total. Foi possível a análise de precisão entre as diferentes tecnologias, diferenças estas que entre laser e drone, comparados a estação total, variaram na ordem de metros, enquanto que comparados laser e drone variaram na ordem de centímetros. Concluiu-se que devido a pequena diferença nos levantamentos realizados com drone e laser scanner terrestre, os mesmos se tornam mais precisos.

**Palavras-chave:** Comparativo. Análise. Tecnologias. Laser Scanner

### **Abstract**

For the present study, comparisons were made in relation to the accuracy of topographic surveys of an area designed to expand an enterprise, with the objective of mapping the area located on the right bank of a booth, based on the mapping provided by the contractor with total station), with the aim of "as built". In the survey, a total RTS 112L station, the FARO Focus 3D X330 laser scanner was positioned at georeferenced and pre-established points, and the DJI Phantom 4 Pro drone that overflew the area, capturing images for processing, where it obtained an orthophoto. The comparison was made using the software AutoCad 2016, which made it possible to take measurements for comparison, where they were considered areas that were common in the three surveys, these being areas of tower bases, channel areas and even a hexagonal block area on the pavement. Considering the data of the total station as reference it was possible to observe difference in the results obtained, where the terrestrial laser scanner and the drone presented smaller areas than the survey done with total station. It was possible to analyze the precision between different technologies, which differed between laser and drone, compared to the total station, varied in the order of meters, while compared laser and drone varied in the order of centimeters. It was concluded that due to the small difference in the surveys performed with drone and laser scanner terrestrial, they become more accurate.

**Keywords:** Comparative. Analyze. Technologies. Laser Scanner

## **1. INTRODUÇÃO**

Para que seja definido um projeto de engenharia, primeiramente deve se definir o local a ser implantado e posteriormente a coleta de dados com informações sobre o terreno e outras estruturas que possam existir no local. A estação total convencional é comumente utilizada para realizar levantamentos topográficos, sua utilização comparada com outras tecnologias de levantamentos topográficos podem onerar os trabalhos devido ao tempo para aquisição de dados, pois, o tempo é fator determinante para a conclusão de obras, as quais exigem curto prazo.

Com o avançar da tecnologia em vários setores da engenharia civil houveram inovações no processo de levantamento de dados, principalmente com o uso do laser scanner terrestre e Drone, que assim como outros métodos, também tem custos onerosos, mas tem o fator tempo e precisão a seu favor. Precisoções estas que, segundo os fabricantes, giram em torno de milímetros.

A tecnologia por trás do laser scanner terrestre é simples. Primeiro, o scanner a laser emite feixe de luzes utilizando um espelho rotativo voltado para a área a ser mapeada. Em seguida, a unidade distribui o feixe de raios laser para um intervalo vertical de 300°, onde ele vem a variar 360° na horizontal. O feixe de laser é então refletido de volta para o scanner por objetos em seu caminho, distância é calculada para objetos que definem uma área e os seus respectivos ângulos

verticais e horizontal, a qualidade métrica da nuvem de pontos é confirmada com os valores registrados nos alvos definidos no levantamento (CATÁLOGO FARO FOCUS,2013). Este é um processo totalmente automatizado, o equipamento utiliza softwares que o auxiliam no processamento de dados.

A estação total assemelha-se com um teodolito eletrônico que realiza as medidas angulares juntamente com distanciômetro que permite medidas lineares e um processador matemático que formam um só aparelho. Ao realizar medidas em pontos de interesse em campo consegue-se o posicionando por ângulos, distâncias e altura no plano cartesiano (x,y e z) obtendo distâncias reduzidas, desnível entre os pontos e coordenadas a partir de uma prévia orientação. (FAGGION, VEIGA E ZANETTI, 2012).

Com isso temos que o único trabalho do operador é atingir os alvos (refletores) a ré e a vante e pressionar os botões correspondentes. O equipamento fornece então as leituras dos círculos e as distâncias. Esses valores podem aparecer no visor do aparelho para anotação na caderneta ou ir diretos para um disquete, que envia os dados para a programação de cálculo “software”.

O drone é uma tecnologia que foi criada com objetivos bélicos, onde segundo Evangelista (2016), a ideia de um aparelho aéreo não tripulado vem da data de 1849 na guerra entre Áustria e Itália, onde foram utilizados balões com carregamento de bombas para atacar o inimigo. Com a evolução da ideia, anos mais tarde foi criada a aeronave v1, que apresentava tecnologia moderna e tinha o mesmo objetivo do balão.

Fora do contexto bélico, atualmente os drones são utilizados com outras finalidades, como lazer, monitoramento remoto e na engenharia uma de suas utilidades é o levantamento topográfico. Utilizando uma câmera acoplada em sua parte inferior que transmite imagens a um aparelho smartphone ou tablete, o mesmo possibilita a captura de várias imagens aéreas, estas são processadas para a obtenção de um mosaico fotográfico, que possibilita ao técnico a confecção do mapeamento.

Normalmente, os drones são compostos de fibra de carbono, pouquíssimo metal e materiais plásticos. A fibra dá resistência e leveza, enquanto o plástico é usado em pontos da estrutura que não são cruciais para a resistência do aparelho. O metal está nos parafusos, na bateria e nos motores. (GARRETT, 2015)

Ainda segundo Garrett (2015), existe diversas configurações de drones, no entanto os mais comuns são os que usam quatro motores localizados nas extremidades de quatro eixos e com asas fixas. Esses pequenos motores são elétricos e giram pequenas hélices que dão sustentação ao voo do dispositivo, adotando o mesmo princípio que explica como os helicópteros voam.

Na fuselagem do aparelho também está uma placa lógica que contém os sistemas de navegação e controle. Nesse circuito, dependendo do aparelho, há um chip de GPS, que permite uma navegação precisa e um voo mais livre. Utilizando posições de localização via satélite, é possível traçar previamente um trajeto e soltar o drone que seguirá à risca o caminho desenhado pelo controlador, ou seja, seria um planejamento de voo. Dependendo do aparelho, há recursos de transmissão de dados para o controlador, que vão de quantidade de energia restante na bateria a imagens captadas por uma câmera embutida. (GARRETT, 2015).

Neste projeto de pesquisa foi proposto o comparativo de um levantamento com uso do equipamento estação total, laser scanner terrestre e drone, em uma obra de ampliação de empreendimento, verificando fatores como agilidade do trabalho, precisão nas informações, mão de obra disponível, custo e eficiência. Com estas informações foi realizado um

comparativo, por meio de levantamento topográfico, com um levantamento existente realizado por meio de uma estação total (levantamento voltado a “as built”), atestando a aplicabilidade e precisão das tecnologias utilizadas no levantamento topográfico desta área.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho procura apresentar o desenvolvimento voltado ao levantamento planimétrico, oferecendo os conceitos básicos de suas aplicações e as características na coleta de dados. É, portanto, um passo introdutório nos estudos, na investigação e conhecimento da aplicação no levantamento planimétrico com apoio da Estação Total, do Laser Scanner terrestre e Drone.

### 2.2. Objetivos Específico

- Apresentar o comparativo na execução do levantamento planimétrico utilizando diferentes tecnologias;
- Comentar avanços tecnológicos na área de topografia;
- Comparar a precisão de cada método utilizado no levantamento.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados dados de três levantamentos distintos, obtidos a partir de três tecnologias, onde o endereço do empreendimento não foi concedido pela empresa responsável. Ambos levantamentos foram analisados de forma criteriosa, para que não viessem a fugir pequenos detalhes, para que não fosse possível grandes diferenças provenientes da delimitação do traçado da área, onde foram demarcados pontos georreferenciados.

Este trabalho consistiu no estudo de caso de um levantamento planimétrico feito em uma área particular na cidade de Goiânia – GO (a localização não pode ser fornecida pela empresa prestadora do serviço, somente os levantamentos realizados), sendo executado com auxílio de tais equipamentos: estação total convencional, laser scanner terrestre, GPS e drone, cujo os meios para obtenção de dados se diferem. A área total levantada é de 10.325,14 m<sup>2</sup> sendo utilizada como estudo de caso aproximadamente 2.320m<sup>2</sup>.

O levantamento realizado com a estação total foi se utilizado o método de poligonação nos 10.325,14 m<sup>2</sup> totalizando 32 vértices, foi fornecido pelo contratante, mas não fornecido marca e modelo do equipamento, o levantamento se tratava de um trabalho realizado com intuito de “as built”<sup>1</sup>, onde foram possíveis a tomada de medidas e o detalhamento das construções existentes no local para este tipo de mapeamento foi levantado a quantidade de profissionais envolvidos, tempo necessário para a coleta de dados e o tempo aproximado para gerar o mapa.

Após a concepção do as built foi escolhida a área de futura expansão da empresa onde foi delimitada e locada em campo pelas coordenadas obtidas em escritório.

Com os dados fornecidos pelo contratante, as medidas foram tomadas como reais, com base neste levantamento foram realizados os demais, utilizando o laser scanner terrestre FARO Focus

<sup>1</sup>É uma expressão inglesa que significa “como construído”.

3D X330, o receptor modelo Geomax GNSS RTK Zenith 35 e o drone modelo DJI Phantom 4 Pro. O levantamento final concedido pela empresa DMC Engenharia, mostrou a junção dos levantamentos realizados com o laser scanner terrestre e drone, um teve o objetivo de precisão (laser) e o outro objetivou um melhoramento da visualização pelo contratante.

O levantamento realizado com laser scanner terrestre se deu através do posicionamento do aparelho em dezoito pontos predeterminados pelo profissional responsável pelo manuseio do aparelho, cada ponto foi georreferenciado, feito com o auxílio de um receptor Geomax GNSS RTK Zenith 35 utilizando a dupla frequência realizando assim a implantação da área de estudo.

Especificações técnicas do receptor Geomax GNSS RTK Zenith 35, segundo o fabricante:

- Controle com qualquer dispositivo Wi-Fi
- Fácil de configurar e conectar
- Configurações mediante acesso remoto
- Tamanho compacto
- À prova de água e poeira, classificação IP68
- Proteção contra choques
- Suporta todos os sistemas de satélites
- Tecnologia NovAtel
- Modos RTK selecionáveis

O levantamento realizado com laser scanner terrestre se deu através do posicionamento do aparelho e logo após o mesmo configurado é dado o comando iniciar do aparelho, onde emite feixes de luzes que beiram o campo ótico, a luz é incendiada em cada ponto e tem o seu tempo de retorno ao aparelho coletado, isto faz com que o aparelho tenha uma distância do ponto. Após a coleta de dados, foi gerado uma nuvem de pontos, que detalhou com precisão milimétrica a topografia do terreno, bem como as construções já existentes.

Conforme as especificações técnicas do catálogo da Faro Focus, 2013, pode se destacar as seguintes características para o modelo FARO Focus 3D X330:

- Gama de precisão: 122-488 De kpts / seg. 614 m; 976 kpts / seg. 307 m
- Focus3D X 330 gama: 0,6 m - 330 m incidência vertical interno ou externo de 90% da superfície reflectora
- Velocidade de medição (pontos / seg.): 122,000 / 244,000 / 488,000 / 976,000
- Erro Slot1:  $\pm 2$  mm
- Resolução: 70 megapixels
- Velocidade máxima de escaneamento vertical: 5.820 rpm e 97 Hz

O levantamento feito com drone, se deu com planejamento prévio de voo, onde são definidos os locais de decolagem e pouso do aparelho, isto foi feito com a utilização do aplicativo Dronedeploy (disponibilizado pelo fabricante do aparelho) onde foi feito a definição manual da área e o próprio aplicativo definiu as linhas de voo do aparelho. As linhas são os caminhos percorridos pelo aparelho ao mesmo tempo em que registra imagens, este plano é normatizado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC - E) nº 94/2017 que classifica as aeronaves remotamente pilotadas (RPA's), em três tipos, classe 1, 2 e 3 e dispõe das regras para utilização dos mesmos, As imagens captadas no trajeto são processadas e otimizadas para a montagem de um mosaico.

Especificações técnicas do drone modelo DJI Phantom 4 Pro, segundo o fabricante:

- Peso (incluindo bateria e hélices): 1388g
- Tamanho diagonal: 350mm
- Velocidade máxima de decolagem: modo sport, 6m/s | modo gps, 5m/s
- Velocidade máxima de pouso: modo sport, 4m/s | modo gps, 3m/s
- Velocidade máxima: 72 km/h (Modo Sport) | 58 km/h (Modo-A) | 50 km/h (Modo-P)
- Ângulo máximo de inclinação: 42° (Modo Sport) | 35° (Modo-A) | 25° (Modo-P)
- Velocidade máxima angular: 250°/s (Modo Sport) | 150°/s (Modo-A)
- Teto máximo de serviço: acima do nível do Mar: 19685 pés (6000m)
- Tempo máximo de voo: aproximadamente 30 minutos
- Sistema de posicionamento por satélite: GPS E GLONASS

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Resultados

Com o levantamento realizado, obteve-se uma área para cada tecnologia conforme a tabela 1 demonstra os dados.

Os resultados obtidos estão dispostos na tabela abaixo.

Tabela 1: Resultados de medidas comparativas da área

Equipamento	Medida de área	Diferença
Estação Total	2.312,103 m <sup>2</sup>	-
Laser scanner terrestre	2.312,095 m <sup>2</sup>	0,008 m <sup>2</sup>
Drone	2.309,407 m <sup>2</sup>	2,696 m <sup>2</sup>

Fonte: Própria Autoria

Com base em pesquisas feitas, a tabela 2 demonstra o tempo que foi necessário para realizar o levantamento com cada tecnologia a quantidade de profissionais envolvidos para a execução das mesmas.

Tabela 2: Tempo X Número de Profissionais Necessário

Levantamento	Nº de profissionais	Tempo necessário
Estação total	2	3 dias
Laser scanner ter.	1	1 dia
Drone	1	1 dia

Fonte: Própria Autoria

## 4.2. Discussões

Com base nos levantamentos analisados foi possível a tomada de medidas de áreas distintas existentes em ambos os levantamentos, o foco principal foi a área localizada próxima a uma guarita na parte superior direita do mapeamento como área de futura expansão da empresa, conforme imagem abaixo (Fig.1), esta foi o motivo do levantamento, pois a mesma estava destinada a ampliação do empreendimento existente.

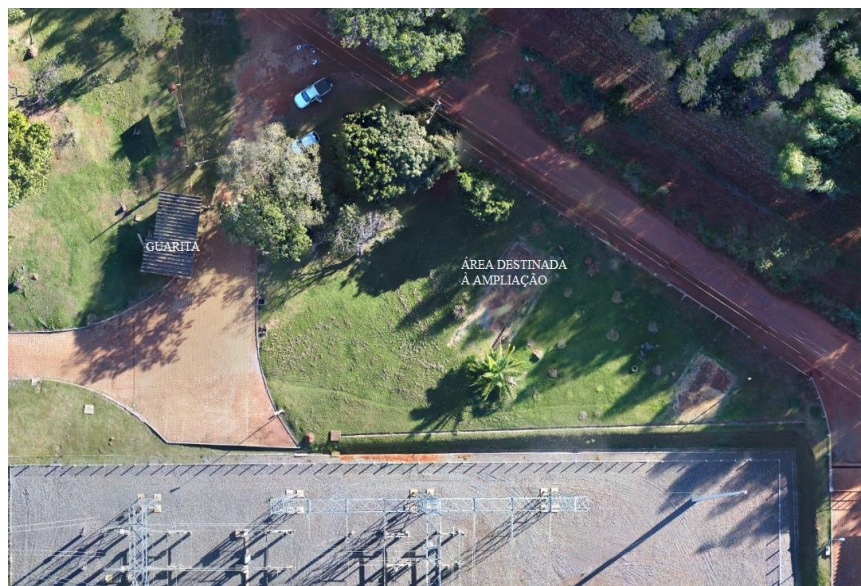


Figura 1: área destinada a ampliação  
Fonte: DMC Engenharia

As imagens abaixo (Fig.2, Fig.3 e Fig.4) mostram o resultado da delimitação da área feita a partir do georreferenciamento realizado pelo receptor Geomax GNSS RTK Zenith 35 e cada método do levantamento descrito nesse trabalho, nelas é possível a visualização dos vértices e pontos georreferenciados, presentes nas extremidades.

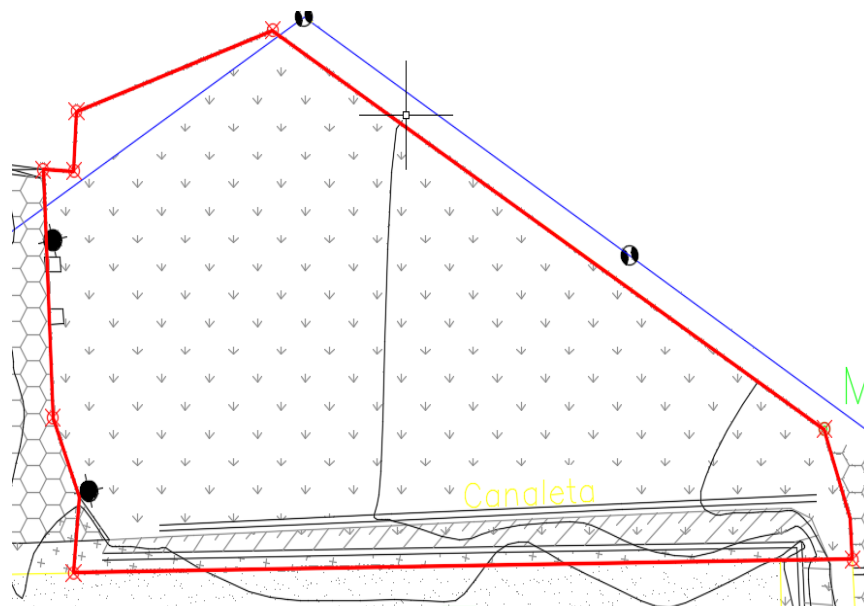


Figura 2: área produto do levantamento com estação total

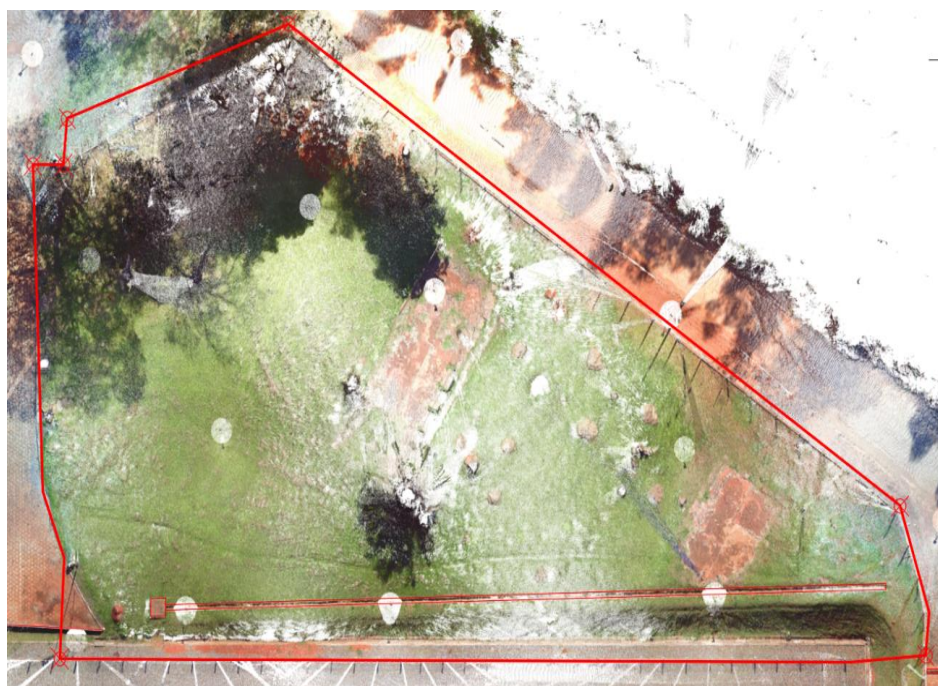


Figura 3: área produto do levantamento com laser scanner



Figura 4: área produto do levantamento com drone

## 5. CONCLUSÕES

Este trabalho foi idealizado para comparação e análise da aquisição de dados em levantamentos planimétrico, ao iniciar esse o projeto de pesquisa, foi almejado um estudo de caso, onde fosse possível realizar um comparativo entre levantamentos topográficos, avaliando tecnologias distintas, considerando pontos como, precisão, mão de obra, apresentar o comparativo na execução do levantamento planimétrico utilizando tecnologias diferentes, ponderar sobre custo de novas tecnologias aplicadas à topografia, mão de obra especializada, tempo de execução e comentar avanços tecnológicos na área de topografia.

Para o presente trabalho os objetivos propostos, foram atingidos, com isso foi constatado que a estação total, comumente utilizada nos mais diversos tipos de mapeamentos, ainda se apresenta como tecnologia mais utilizada. Não foi possível a análise completa do processo de coleta e processamento de dados para geração do mapeamento com utilização da estação total, pois este foi fornecido pelo contratante, onde foi realizado com objetivo de “as built” (como construído), portanto as medidas nele apresentadas foram tomadas como reais.

Todavia as hipóteses do laser scanner ser mais eficiente, provaram ser corretas, pois o mesmo se mostrou eficaz na coleta e no processamento dos dados obtidos em campo, onde a nuvem de pontos gerada, proporcionou a visualização dos objetos presentes in loco, bem como a medida precisa de distâncias e áreas, no entanto, a qualidade da imagem obtida não se mostrou com nível de nitidez satisfatório, isto devido a possibilidade do cliente final não ter optado pelo

processamento completo da nuvem, onde para complemento da imagem a ser visualizada no mapeamento, foi utilizado o levantamento com auxílio do drone, que proporcionou uma visibilidade com maior nitidez.

Percebe-se que dos três levantamentos analisados apenas dois, laser scanner terrestre e estação total, mostraram em planta, detalhes altímetros, com medidas de curvas de níveis do terreno, levando a conclusão de que o drone foi capaz de realizar apenas o levantamento planimétrico para este caso, contudo em pesquisas realizadas foi possível a constatação de que o mesmo tem a capacidade de realizar levantamentos altímetros, desde que este seja o objetivo.

Esse trabalho apresentou três tecnologias que já estão em aplicação, apesar de o laser scanner terrestre e o drone ainda não serem tão utilizados nos levantamentos quanto a estação total. Da mesma forma que na década de 90 possuir computador era um privilégio de poucos, hoje tornou-se comum, é possível que tecnologias como laser scanner terrestre e drone, se tornem usuais em levantamentos topográficos, aumentando a produtividade no mapeamento de áreas destinadas a trabalhos voltados a engenharia.

Contudo não foi possível fazer um orçamento comparativo do custo para a realização desses levantamentos, pois, cada tecnologia se mostrou singular, tendo em vista que a aplicação do laser não se restringe ao levantamento planimétrico, o que por sua vez não seria conveniente, pois isso poderia denegrir a imagem do laser, causando um certo desprezo a tecnologia, desaproveitando o que pode ser oferecido pelo o mesmo, que hoje é comumente utilizado no levantamento de “as built”, isto devido ao seu alto poder de detalhamento e precisão na tomada de medidas.

Todavia, este trabalho poderá servir como base para pesquisas futuras, a comparação do uso dessas tecnologias com o mesmo ou similar objetivo aqui apresentado, tendo como pontos analisados, a verificação de fatores como agilidade do trabalho, precisão nas informações, mão de obra disponível, custo e eficiência. Desta forma, este estudo visa contribuir para o conhecimento das tecnologias aqui apresentadas, assim como para a avaliação da sua aplicabilidade de maneira objetiva e ágil.

## **Agradecimentos**

A Deus, primeiramente, pela saúde, pela força, por nunca nos deixar desanimar e por guiar as nossas vidas. Dedicamos aos nossos pais, irmãos, família e esposo que sempre estiveram ao nosso lado, por todo amor, carinho e dedicação.

Agradecemos ao Centro Universitário de Goiás Uni – ANHANGUERA por nos tornar bacharéis em Engenharia Civil. Ressaltamos também a todos os professores do curso pelas informações e conhecimentos repassados. À nossa orientadora, professora especialista Helena Bernardes Cortez, por ser um exemplo de profissional, de pessoa e de amiga. Para nós foi uma honra tê-la como orientadora, uma mulher cheia de sabedoria, conhecimento e de um coração imenso, muito obrigado pela paciência, dedicação e pela motivação, a empresa DMC pelos dados fornecidos e apoio na concepção do trabalho.

## Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 6023**: Informações e documentação: referências: elaboração. Rio Janeiro. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio Janeiro. 1994.

BORGES, Alberto de Campos. **Topografia Aplicada a Engenharia Civil**. 2º ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.

BOTELHO, Mosar Faria; CENTENO, Jorge Antônio Silva. **Integração de Dados do Laser Scanner** com a Banda Pan-Cromática do Sensor QuickBird II Para a Identificação de Edificações Através das Redes Neurais Numa Abordagem Orientação a Regiões, 2005;

CENTENO, Jorge Antônio Silva; MITISHITA, Edson Aparecido. **Laser scanner aerotransportado** no estudo de áreas urbanas: A experiência da UFPR. Curitiba, Paraná: 2007.

EVANGELISTA, Matthew. **Blockbusters, Nukes, and Drones: trajectories of change over a century<sup>1</sup>**, 2016

FAGGION, Pedro Luís; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; VEIGA, Luís Augusto Koenig. **Fundamentos da topografia**. UFPR, Curitiba, Paraná: 2012.

FARO Laser Scanner Focus3D X 330; Características, Benefícios e especificações técnicas, Lake Mary, Florida, 2013.

FREITAS, Eduardo; **Imagens Invadem o Campo. Dados de satélite, nuvem de pontos 3D e fotos aéreas cada vez mais presentes nos levantamentos**. Editora MundoGEO Revista InfoGNSS. Ano 6, Edição nº 35, 2011. 26 a 28 p

FRÓES, Vinícius Nogueira. **Topografia e Geodésia** para o curso de engenharia civil. Uni anhanguera. Goiânia: 2016.

GARRETT, Filipe. **Como funciona um drone?** Entenda a tecnologia por trás desses robôs. São Paulo. Brasil. 2015.

GRANDO, Douglas Luiz; LAND, Valdemir; RHODEN, Anderson Clayton. **Levantamentos Topográficos – Estação Total x GPS RTK**. FAI, Itapiranga, Santa Catarina: 2014.

JERONYMO, André Colares; PEREIRA, Pâmela Brunetto Alves; **Comparação de Métodos de Levantamento Topográfico, Utilizando Escâner a Laser, Estação Total e Fotogrametria Terrestre**, UFPR, Curitiba, Paraná: 2015.

PASTANA, Carlos Eduardo Troccoli. **Topografia I e II – Anotações de Aula**. UNIMAR, Marília, São Paulo: 2010.

ROCHA, Antônio Carlos Pereira, **Aplicações do scanner laser I-Site** para levantamentos topográficos. Ouro Preto, Minas Gerais: 2002.

REGULAMENTO BRASILEIRO DE AVIAÇÃO CIVIL ESPECIAL (RBAC – E) N° 94/2017: Requisitos Gerais Para **Aeronaves Não Tripuladas** de uso Civil: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). São Paulo, Brasil. 2017.