

**FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS  
FERNANDO PEREIRA URRUCHIA**

**O USO DA ESTAÇÃO TOTAL E AEROFOTOGRAMETRIA NA  
ENGENHARIA CIVIL**

**Belo Horizonte**

**2024**

**FERNANDO PEREIRA URRUCHIA**

**O USO DA ESTAÇÃO TOTAL E AEROFOTOGRAMETRIA NA ENGENHARIA  
CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Prof.º Diego de Jesus Queiroz - Faculdade Minas Gerais - FAMIG, como parte do requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

**Belo Horizonte**

**2024**

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>4</b>
2.1 Objetivo específico .....	4
<b>3 TOPOGRAFIA .....</b>	<b>5</b>
3.1 O uso da estação total.....	5
<b>4 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL .....</b>	<b>6</b>
<b>5 A UTILIZAÇÃO DE DRONES NA ENGENHARIA CIVIL.....</b>	<b>8</b>
5.1 Levantamento topográfico com uso de drones.....	10
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>15</b>

## INTRODUÇÃO

Na construção civil, a Topografia é essencial para criar mapas com curvas de nível e representar o relevo de forma detalhada, identificando elevações e depressões do terreno. Para isso, é necessário realizar um levantamento inicial (altimétrico, planimétrico ou planialtimétrico) para coletar informações do local, utilizando técnicas e métodos específicos para a etapa inicial do estudo topográfico.

Dessa forma, será abordado os detalhes técnicos e de competição que diferenciam o levantamento Topográfico feito com estação total e drone, com o objetivo de compreender melhor as vantagens e desvantagens de cada um na construção civil. Assim, é possível perceber a importância da Topografia em qualquer empreendimento na área, pois auxilia na definição da forma, localização e tamanho do terreno para elaborar o projeto da construção.

Desse modo, o foco principal é realizar uma análise comparativa entre as metodologias de levantamento utilizando a Topografia tradicional com o uso equipamento (como a estação total) e o levantamento realizado por drones, sendo utilizado na construção civil.

O trabalho apresenta como metodologia uma revisão bibliográfica em bases de dados científicos, periódicos especializados, livros e teses relacionados ao tema.

No decorrer da discussão deste trabalho, dar-se a explanação no capítulo 2 A Topografia, onde é descrito o seu ramo de origem e suas funções, bem como em seu subtítulo discute-se a relevância do uso da estação total. No capítulo 3, apresenta-se uma discussão em torno do levantamento Topográfico tradicional, destacando-se suas ramificações. Já no capítulo 4, descreve-se sobre a utilização de drones na engenharia civil, bem como, levantamento Topográfico com uso de drones e suas modernidades e facilidades. Por fim, reflexão se conclui com o objetivo de esclarecer as especificidades de técnicas que viabilizaram o trabalho nas medições na engenharia civil.

## **1 JUSTIFICATIVA**

É preciso esclarecer, que o interesse para o trabalho surgiu decorrente da necessidade de compreender e otimizar medições usando como estratégia instrumentos que facilitam o trabalho na engenharia civil.

A Topografia é uma área de atuação que investiga as características das superfícies de uma região, sendo bastante utilizada na Construção Civil. Ela auxilia tanto na fase de projetos, para analisar a localização da obra dentro do espaço determinado, quanto para orientar os serviços de terraplanagem necessários para adequar o terreno às especificações do projeto. Neste sentido, o foco deste trabalho é discutir sobre dois dos principais métodos de levantamento topográfico tradicional: o uso da estação total e a aerofotogrametria por drone.

Torna-se necessário compreender, qual é a melhor maneira de obter informações de maneira eficaz e adequada para garantir que a medição Topográfica seja precisa e fiel à situação real do terreno, prevenindo à necessidade de retrabalhos, mudanças e atrasos no planejamento que podem impactar nos prazos e nos custos das construções.

Com isso, um levantamento tem o intuito de destacar as estratégias mais adequadas e eficazes para que os projetos topográficos na área da construção civil possam fornecer informações Topográficas precisas e confiáveis para garantir o sucesso dos empreendimentos civis e de infraestrutura. Desta maneira, pretende-se abordar os princípios e modalidades de levantamento topográfico a fim de auxiliar na seleção eficiente e adequada da coleta de dados em cada fase da obra.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Visa analisar comparativamente o uso da estação total e da aerofotogrametria na Engenharia civil.

### **2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Pretende mostrar o uso da Topografia convencional, no qual ela é utilizada com a estação total no seu respectivo cenário de obras da construção civil, incluindo a aerofotogrametria com o uso de drones.

### **3. TOPOGRAFIA**

A geodésia é o ramo do conhecimento que se dedica à análise das medidas, da morfologia e da força gravitacional terrestre. Pertence a um grupo de disciplinas conhecidas como “ciências geodésicas”, que englobam cartografia, topografia, fotogrametria, sensoriamento remoto e astronomia de posição. A geodésia desempenhou um papel fundamental no avanço dos aprimoramentos no sistema cartográfico (BRANDALIZE, 2018).

Com frequência, as pessoas tendem a confundir geodésia e Topografia, uma vez que empregam os mesmos instrumentos e técnicas para cartografar o planeta terra. No entanto, a distinção principal entre elas é que a Topografia foca em analisar regiões menores de uma superfície (até 30 km), enquanto a geodésia abrange o mapeamento de extensas áreas de terra (BRANDALIZE, 2018).

Dessa forma, a Topografia pode ser descrita como a disciplina que se dedica a analisar, planejar, representar, medir e realizar um fragmento específico da superfície terrestre sem considerar a curvatura do planeta. É importante destacar, que essa análise da superfície terrestre está presente desde os tempos mais remotos da humanidade, sendo utilizada para avaliar, descrever e demarcar propriedades tanto rurais quanto urbanas, além de auxiliar no planejamento de como utilizar cada região da forma mais apropriada (BORGES, 2017).

#### **3.1 O USO DA ESTAÇÃO TOTAL**

O Taqueômetro, também conhecido como estação total, é um dispositivo utilizado na Topografia para medir distâncias e ângulos com uma precisão superior a outros instrumentos tradicionais, como o teodolito e o distanciômetro. Através de um prisma que reflete o laser emitido pela própria estação total, é possível calcular distâncias tanto horizontais quanto verticais. A medição dos ângulos é feita de forma semelhante aos teodolitos. Com esse equipamento, é possível obter informações como distância horizontal, diferença de altura entre os pontos, coordenadas do prisma, além de altura do prisma e do equipamento, dependendo das necessidades do levantamento Topográfico (TULER, 2013).

É importante ressaltar que os acessórios que compõem a estação total incluem: Tripé, base para montagem de instrumentos de medição, prisma, mira uma régua de medição determinada a partir do desnível do terreno e baliza barra de ferro utilizada para manter o alinhamento durante medições de ângulos (ALENCAR, 2009).

A estação total é um dispositivo eletrônico de medição de distância (EDM) que coleta dados em áreas estreitas ou de difícil acesso sem usar prisma ou aplicar nivelamento automático. Isso torna o nivelamento e o levantamento do dispositivo mais precisos. Em todas as áreas, os dados adquiridos são registrados em cartão micro SD e baixados diretamente para o computador, dispensando a utilização de notebook tradicional (SILVEIRA; RIBEIRO, 2008).

A Estação Total oferece uma maneira mais eficiente e rápida de coletar dados. Os principais tipos de estações totais utilizadas em levantamentos diferem em capacidade, precisão e funcionalidade e são diferenciados da seguinte forma: Estação total com imagem (varredura a laser), Estação total robótica (controle remoto) e Estação total GPS (sistema de posicionamento) (BORGES, 2017).

Do exposto, verifica-se que os diferentes tipos de estações totais refletem um aumento de complexidade e uma diminuição de custos operacionais, o que permite sempre um aumento na eficiência dos levantamentos Topográficos. Além disso, a incorporação de técnicas que possam reduzir ou eliminar suas limitações, principalmente em termos de precisão, potencializará seu uso na engenharia civil para a produção de mapas Topográficos (SILVA; SILVA, 2018).

#### **4. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL**

Segundo a NBR 13.133 (1994), entende-se como levantamento Topográfico:

conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas (ABNT, 1994, p.3).

A ABNT NBR 13.133 (1994) relata que existem seis tipos de levantamentos Topográficos, são eles: Levantamento topográfico expedito; Levantamento

Topográfico Planimétrico; Levantamento Topográfico Altimétrico; Levantamento topográfico planialtimétrico; Levantamento topográfico planimétrico cadastral; Levantamento topográfico planialtimétrico cadastral.

Para o levantamento Topográfico expedito a ABNT descreve que se trata de um:

“[...] levantamento exploratório do terreno com a finalidade específica de seu reconhecimento, sem prevaleceram os critérios de exatidão”, onde podemos dizer que é apenas o reconhecimento do terreno” (ABNT NBR 13.133, 1994)

Sobre o levantamento Topográfico planimétrico a NBR 13:133 traz o seguinte conceito determinar coordenadas planimétricas (x, y) e realizar levantamento dos limites e confrontações de uma propriedade, pela determinação do seu perímetro, incluindo, quando houver, o alinhamento da via ou logradouro com o qual faça frente, bem como a sua orientação e a sua amarração a pontos materializados no terreno de uma rede de referência cadastral, ou, no caso de sua inexistência, a pontos notáveis e estáveis nas suas imediações (ABNT NBR 13.133, 1994, p.3).

Sobre o levantamento Topográfico Altimétrico é possível constatar que se trata de um:

levantamento que objetiva, exclusivamente, a determinação das alturas relativas a uma superfície de referência, dos pontos de apoio e/ou dos pontos de detalhes, pressupondo-se o conhecimento de suas posições planimétricas, visando à representação altimétrica da superfície levantada (ABNT NBR 13.133, 1994, p.3).

O levantamento Topográfico planialtimétrico a NBR 13.133 traz o seguinte conceito, o qual se refere a um “levantamento Topográfico planimétrico acrescido da determinação altimétrica do relevo do terreno e da drenagem natural” (ABNT NBR 13.133, 1994, p.3).

Já o levantamento Topográfico planimétrico cadastral, é aquele acrescido da determinação planimétrica da posição de certos detalhes visíveis ao nível e acima do solo e de interesse à sua finalidade, tais como: limites de vegetação ou edificações, barrancos, etc. Frisa-se que esses detalhes devem ser descritos e relacionados nos editais de licitação (ABNT NBR 13.133, 1994).

Por fim, mas não menos importante, também se apresenta o levantamento Topográfico planialtimétrico, o qual é caracterizado por ser o levantamento Topográfico planialtimétrico adicionado dos elementos planimétricos inerentes ao



levantamento planimétrico cadastral, estes também precisam ser descritos e relacionados nos editais de licitações e propostas (ABNT NBR 13.133, 1994).

Nesta base, deve-se enfatizar que o plano obtido a partir de um levantamento cadastral é um plano de levantamento cadastral. Normalmente, o objetivo é criar um MDT (modelo digital de terreno) ou mapear um ponto de interesse. A principal diferença entre o levantamento topográfico de elevação e o levantamento cadastral planar é que no levantamento topográfico cadastral planar a densidade de pontos é maior (MACHADO, 2021).

A coleta de dados por meio de drones, transportou muitos benefícios e trouxe a realidade do campo para o ambiente digital. Os drones são apenas uma das diversas ferramentas de captura da realidade baseadas em técnicas de fotogrametria que permitem reconstruções 3D de paisagens e objetos. Este é o propósito do modelo, aprimorar o que antes era um levantamento tradicional do relevo apenas com pontos notáveis (BOSSOLA, 2022).

Tudo isso direciona à economia de tempo no local, redução de pessoal no local, exibição mais detalhada de dados e informações de construção e redução no custo de execução de projetos, pois os dados coletados são multidisciplinares. Utilizando drones, em um voo de exploração é possível obter muitas informações metrológicas e visuais sobre a área e realizar diversos levantamentos para realização de projetos de implantação. Assim, a utilização de “drones” está cada vez mais consolidada no mercado de trabalho, exigindo um conhecimento mais completo da área e uma análise complexa dos dados fornecidos pela fotografia aérea (BOSSOLA, 2022).

## **5. A UTILIZAÇÃO DE DRONES NA ENGENHARIA CIVIL**

Nos últimos anos a indústria da construção, tem experimentado mudanças e crescimento. As empresas são incentivadas a desenvolver ou integrar inovações para permanecerem competitivas. A utilização de novos sistemas construtivos tem contribuído para a melhoria dos processos, principalmente nos canteiros de obras (COSTA; LEITE; SANCHEZ, 2014).

O drone também conhecido como veículo aéreo não tripulado (UAV), é como o próprio nome sugere, um dispositivo voador projetado para operar sem tripulação

e controlado remotamente por um computador ou controle remoto. Estes foram desenvolvidos por Abe Karem em Israel e foram originalmente usados para fins militares. Porém, seu uso em aplicações comerciais e municipais vem se tornando cada vez mais atrativo devido ao seu grande potencial em monitoramento e fiscalização (GIUFFRIDA, 2015).

Um drone é uma aeronave que não requer tripulação, ou UAV (Veículo Aéreo Não Tripulado), sendo, portanto, aeronaves controláveis remotamente que oferecem muitas vantagens na supressão e prevenção de incêndios florestais. A razão é que, além da segurança associada, também permite uma detecção mais ágil de incêndios e uma movimentação mais rápida das equipes de bombeiros do Corpo de Bombeiros (NASCIMENTO; DENADAI, 2020).

Eles se enquadram em duas categorias, constando como diferença básica os sistemas aerodinâmicos de asa fixa ou de asa rotativa. As atividades relacionadas a esses dispositivos no Brasil são monitoradas regularmente pela Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC). Além de seu uso militar, os drones são agora usados profissionalmente para uma variedade de atividades e para diversos fins. Portanto, dependendo dos sensores e tecnologias integrados na aeronave, para os serviços desenvolvidos com estes equipamentos, oferecendo diferentes aplicabilidades, qualidade de serviço, eficiência de aplicação, redução de custos e alta precisão dos produtos obtidos (GONÇALVES, 2020).

Os drones utilizados no Brasil são drones multirotores, de asa fixa e vtol, estas aeronaves controladas remotamente, com características especiais e operação independente. Cada uma destas categorias possui tecnologias que podem ter custos de aquisição diferentes porque a tecnologia utilizada, a autonomia de voo e a sua utilização nas diferentes atividades realizadas justificam custos diferentes (CAMPOS et al., 2019).

Os multirotores comumente conhecidos como “asas de rotor”, têm a capacidade de realizar decolagens e pousos verticais. Possui rotor de propulsão com pelo menos dois motores para vôo, daí seu nome. No entanto, existem drones com quatro motores (quadricópteros), seis motores (hexacópteros) e oito motores (octacópteros). Aplica-se o seguinte quanto maior o número de motores, maior o consumo de energia (SALGADO NETO; CALDEIRA, 2021).

Este tipo de drone com quatro motores tem autonomia de vôo de até 25 minutos e alcance de 30 hectares neste período, sua versatilidade e controle são

fáceis de manusear e versáteis, e a faixa de altitude é controlável. Depende do sinal e pode atingir mais altitudes. 120 metros de altura durante um voo de reconhecimento (SALGADO NETO; CALDEIRA, 2021).

O Drone de asa fixa refere-se a um drone aerodinamicamente semelhante a uma aeronave normal. O voo do drone é totalmente programado com softwares especiais e, afinal, os drones são utilizados para mapeamento aéreo, para que possam realizar diversos voos. Alcançar qualidade e confiabilidade requer programação de velocidade, altitude, área de voo, câmeras de bordo, alcance de voo que a aeronave rastreia e outros detalhes de cada voo (PENA NETTO, 2017).

Observe que a operação desses drones de asa fixa é um tanto complexa e requer alta concentração e habilidade técnica por parte do piloto, pois muitas vezes voam em altas velocidades e altitudes elevadas. As aplicações mais comuns desta categoria são o mapeamento e monitoramento de grandes áreas que requerem voo autônomo e cargas úteis maiores, uma vez que o consumo de energia é muito baixo comparado aos multicópteros uma vez atingidas velocidades e altitudes de missão (ARAUJO, 2019).

Nesse sentido, pode-se destacar que uma análise detalhada dos drones comprovou que os drones são eficientes em diversas áreas da engenharia civil, tais como: Mapeamento térmico de estruturas de concreto, projetos de mineração com levantamento Topográfico e visualização de curvas de vazão, níveis e quantidades de resíduos, regulação de recalques, fiscalização de fachadas e matrículas, regulação de habitações, etc. (GIUFFRIDA, 2015).

## **5.1 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM O USO DE DRONES**

Nos cenários de “engenharia civil” é importante a realização de um levantamento Topográfico preliminar do local onde serão executadas as obras de engenharia civil. Porque cada projeto tem suas próprias especificações, características e restrições de tempo e recursos. Ressalta-se também, que a disponibilidade de mão de obra qualificada e a metodologia utilizada são fatores essenciais para o sucesso do projeto (OLIVEIRA; JESUS, 2018).

Além disso, é importante aprimorar analisar e descobrir novos métodos que tragam eficiência, confiabilidade e qualidade ao desenvolvimento da construção.

Portanto, a metodologia de utilização da tecnologia drone para levantamento topográfico, que é uma das primeiras etapas do trabalho. Nesta base, existem atualmente diversas técnicas de levantamento topográfico que visam representar a área a mapear com a maior precisão possível, sendo que um dos objetivos a atingir é a criação de modelos digitais - MDT (CAMPOS et al., 2019).

Neste contexto, os drones têm sido amplamente estudados como uma ferramenta relativamente fácil de usar para adquirir imagens aéreas, processá-las e adaptá-las a bases usando coordenadas do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), e tecnologia do ponto de vista da produção, ele pode levar a resultados impressionantes (REBELO, 2019).

O Global Navigation Satellite System (GNSS) é uma rede de satélites de orbitas, ou seja, o GNSS pode ser utilizado nas seguintes situações: monitorar estruturas, mapear infraestrutura, levantamentos topográficos planialtimétricos, mineração, etc. Neste contexto, saber onde estão todos esses elementos, sejam eles pequenos, médios ou grandes, é a base para a construção, portanto o mapeamento com drones pode ajudar todos os elementos podem ser controlados e usados para levantamentos topográficos para obter fotografias georreferenciadas contínuas da área pesquisada, agregando informações que antes não poderiam ser geradas com mapas topográficos tradicionais (ROCHA; GASPAR, 2019).

É necessário um software de processamento de imagens para explorar todo o potencial das imagens capturadas por um drone durante um voo de mapeamento. Pois, os softwares de processamento de imagens são responsáveis por interpretar e integrar imagens georreferenciadas e transformá-las em todos os resultados que fazem parte do cotidiano (FRANÇA, 2019).

Este processo de levantamento topográfico normalmente começa com o planejamento da área que o voo do drone reagardará, ou seja, a área é definida manualmente e o próprio software define a linha de voo do drone. Essas linhas são os caminhos que os dispositivos percorrem ao gravar imagens simultaneamente. Este plano foi padronizado pela Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC) por meio do Regulamento Especial de Aviação Civil Brasileira (RBAC – E) nº 94/2017 (CAMPOS et al., 2019).

Os registros de fotogrametria são então realizados utilizando um drone selecionado pela empresa responsável. Portanto, para apoiar a criação dessas imagens, é utilizado o chamado GCPs, também conhecido como base, este é um

ponto que pode ser identificado em uma foto que seja um objeto, detalhe do terreno, alvo ou outro objeto que apareça na imagem fotografia aérea (SOUZA et al., 2020).

Para realizar correções entre a imagem e os sistemas de coordenadas do terreno e é usado no processamento subsequente. Assim que a imagem é adquirida pelo drone, inicia-se a fase de processamento no software, isso também é definido pela equipe. Após processar as imagens para gerar uma nuvem de pontos densa, utiliza-se ferramentas de classificação de pontos para filtrar os pontos que não representam de fato o sol. Em alguns casos, é importante notar que a amostragem final pode conter um grande número de pontos. Isto não é útil para levantamentos topográficos. Portanto, neste caso é importante que as empresas selecionem pontos e estabeleçam a distância máxima entre eles para reduzir a rede de pontos e criar curvas de nível (OLIVEIRA; JESUS, 2018).

Uma vez obtidas as curvas de nível, você as insere utilizando outro software para gerar um Modelo Digital de Terreno (MDT) ou Modelo Digital de Superfície (MDS), ambos correspondem a mapas que apresentam dados específicos de elevação da área. A principal diferença nos dois modelos é o filtro aplicado, pois ao analisar imagens capturadas por um drone, um software de processamento só precisa escolher se deseja remover objetos terrestres (FRANÇA, 2019).

Já o MDT viabiliza características de relevo sem considerar fatores subjacentes, como: vegetação e edifícios. Os modelos digitais de superfície consideram todos esses elementos em sua representação, como relevo, vegetação e arquitetura (HUNG et al., 2018).

A escolha de qual dos dois modelos utilizar requer uma análise do alvo do levantamento topográfico. O MDT é adequado para situações como: levantamentos de elevação e plano, realizar projetos de corte ou engenharia civil, criação de mapas de declividades e identificação de pontos de drenagem. O escopo de utilização do MDS é mais limitado e pode ser utilizado quando a finalidade é calcular o volume de estacas e objetos e planejar ou estudar infraestrutura urbana. Com isto em mente, sabe-se que novas tecnologias como os drones, não substituem necessariamente os métodos antigos, mas ajudam a otimizar o desempenho geral. Pensando nisso, vale a pena considerar os benefícios que podem ser obtidos com o uso de um drone como ferramenta de auxílio ao levantamento topográfico (XAVIER; SILVA, 2020).

A utilização de drones na Topografia é um fator que traz algumas mudanças satisfatórias, nomeadamente vantagens em comparação com os métodos

tradicionais na realização de levantamentos. Esses fatores incluem: reduções na equipe de campo, redução de equipamentos no local da obra, fácil operação e coleta de dados mais rápida em campo (SOUZA et al., 2020).

Existem três razões para usar drones para levantamento de terreno ao coletar informações em campo. A empresa aborda o primeiro motivo é que há uma diferença significativa no tempo de execução em relação aos métodos tradicionais, e a eficiência da produtividade é excelente. Isso significa que uma média de 7 a 8 horas para levantamento tradicional foi reduzida para uma média de 5 a 6 horas para terrenos com drones. A segunda razão diz respeito ao nível de detalhe do terreno. Isto cria uma nuvem de milhares de pontos, permitindo que a representação corresponda melhor ao terreno e resultando num produto de maior qualidade. O terceiro ponto são cálculos de volume mais precisos ocorre porque o modelo de superfície do terreno renderizado é mais denso porque possui mais detalhes do terreno enquanto os métodos tradicionais têm representação de detalhes mais espaçados (DRONENG, 2020).

As vantagens da utilização de drones como ferramenta de criação de terreno, afirmando que além de calcular as quantidades de estacas, aterros, poços e outros serviços relacionados à terraplenagem, os drones podem oferecer benefícios significativos em termos de produtividade e pontos. Ele também argumenta que os drones não substituem os equipamentos tradicionais em etapas específicas do trabalho, mas que em muitos casos os dois se complementam para produzir o produto final desejado (XAVIER; SILVA, 2020).

O objetivo principal é analisar de forma comparativa as técnicas de levantamento topográfico tradicional, feitas com equipamentos convencionais (estação total), e aquelas realizadas por drones, sendo aplicadas na engenharia civil.

## **6. CONCLUSÃO**

Portanto, é possível concluir que a análise comparativa entre as técnicas de levantamento Topográfico tradicional utilizando a estação total e o levantamento feito por drone revelou que ambas são eficazes em suas funções. No entanto, cada

uma apresenta suas particularidades, demonstrando que podem ser mais eficientes em diferentes tipos de operações. Enquanto a estação total se destaca pela sua rapidez e eficiência em operações simples (como altimétricas ou planimétricas) em terrenos de fácil acesso, o drone é mais adequado para áreas de difícil acesso e para executar operações complexas de planialtimetria.

Como analisar a Topografia tradicional em comparação com a Topografia realizada por drones para avaliar as vantagens, desvantagens e viabilidade de cada método em diferentes etapas e processos da construção civil, foi percebido que os aspectos técnicos e competitivos do drone são mais adequados para a etapa de planejamento, devido ao seu tempo de execução mais rápido e custos mais baixos. No entanto, a estação total ainda se mostra mais vantajosa para verificar as especificações durante a realização das obras e em locais facilmente acessíveis que exigem alta precisão nas medições.

Desta forma, percebe-se que o drone se destaca, sendo considerado o avanço em relação à estação total, devido ao fato de sua tecnologia ainda estar em fase de desenvolvimento e seus custos tenderem a diminuir. Em relação aos aspectos técnicos, ambas as técnicas demonstram boa confiabilidade, porém a estação total apresenta resultados superiores em medições planimétricas e altimétricas isoladas, ao passo que o drone fornece mais detalhes para a projeção planialtimétrica da região.

Também se verificou, que ambos os métodos têm vantagens e desvantagens específicas em diferentes contextos da aplicação. Concluindo que a escolha do método deve ser baseada nas características específicas do projeto e das condições do terreno.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Humberto. **Instrumentos e acessórios topográficos**, 2009. Disponível em: <<https://reativambiental.blogspot.com.br/2015/02/instrumentos-acessorios-topograficos.html>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- ARAUJO, Felipe Alencar. **Modelagem e controle vertical take-off landing (vtol), eixo z, de um quadrotor por tentativa e erro**. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, São Luís, Maranhão, 2019. Disponível em: [https://www.academia.edu/44863905/Projeto\\_Control\\_Drones\\_Felipe\\_Alencar/](https://www.academia.edu/44863905/Projeto_Control_Drones_Felipe_Alencar/). Acesso em: 27 mar. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.133: **Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.
- BORGES, A.C. **Topografia: volume 1**. 3ª edição. 5ª reimpressão. São Paulo: Blucher, 2017.
- BOSSOLA, Luiz Henrique. **Drones, uma revolução para a engenharia civil!** 2022. Disponível em: <<https://www.doxplan.com/Noticias/Post/Drones,-uma-revolucao-para-a-engenharia-civil->>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. **Topografia**. Engenharia Civil. PUC/RJ, 2018. Disponível em: <<http://www.gpeas.ufc.br/disc/topo/apost01.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2024.
- CAMPOS, Jéssika de Almeida Mota *et al.* **Uso de drones para auxílio de levantamento topográfico: comparativo entre laser scanner, drone (ortofoto) e estação total**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/uso-de-drones-para-auxilio-de-levantamento-topografico-comparativo-entre-laser-s?lang=pt-br/>>>. Acesso em: 26 mar. 2024.
- COSTA, Dayana.; LEITE, Regina; SANCHEZ, Daniele. **Caderno de casos de inovação na construção civil**. CBIC, 2014. Disponível em: <[https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2017/11/2\\_Caderno\\_de\\_Casos\\_de\\_Inovacao\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_2014.pdf](https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2017/11/2_Caderno_de_Casos_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2014.pdf)> Acesso em: 26 mar. 2024.
- DRONENG. **3 motivos para utilizar drones na Topografia**. 2020. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/3-motivos-para-utilizar-drones-na-topografia/>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- FRANÇA, Carlos Roberto. **O potencial da realidade virtual e aumentada na concepção de objeto de visualização para aprendizagem de Física**. 2019.
- GALVÃO, Cristina Maria *et al.* **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>>. Acesso em: 28 mar. 2024.



GIUFFRIDA, Frank. **Potential Uses and Considerations Regarding the Use of UAS Technology in Assessment**. Property Drone Consortium. 2015. Disponível em: <<http://propertydrone.org/wp-content/uploads/2017/01/Potential-Uses-and-Considerations-Regarding-the-use-of-UAS-Technology-in-Assessment-c.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

GONÇALVES, Luiz Gustavo Dantas. **Aerofotogrametria aplicada ao acompanhamento de canteiro de obras**. Monografia de Projeto Final Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. 2020. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/30541/>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

HUNG, Marcelo Ng Wei Ban et al. **Levantamento com veículo aéreo não tripulado para geração de modelo digital do terreno em bacia experimental com vegetação florestal esparsa**. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, v. 43, p. 215-231, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Hung/publication/323834545\\_LEVANTAMENTO\\_COM\\_VEICULO\\_AEREO\\_NAO\\_TRIPULADO\\_PARA\\_GERACAO\\_DE\\_MODELO\\_DIGITAL\\_DO\\_TERRENO\\_EM\\_BACIA\\_EXPERIMENTAL\\_COM\\_VEGETACAO\\_FLORESTAL\\_ESPARSA/links/5aadf518458515e7debe7dea0/LEVANTAMENTO-COM-VEICULO-AEREO-NAO-TRIPULADO-PARA-GERACAO-DE-MODELO-DIGITAL-DO-TERRENO-EM-BACIA-EXPERIMENTAL-COM-VEGETACAO-FLORESTAL-ESPARSA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Hung/publication/323834545_LEVANTAMENTO_COM_VEICULO_AEREO_NAO_TRIPULADO_PARA_GERACAO_DE_MODELO_DIGITAL_DO_TERRENO_EM_BACIA_EXPERIMENTAL_COM_VEGETACAO_FLORESTAL_ESPARSA/links/5aadf518458515e7debe7dea0/LEVANTAMENTO-COM-VEICULO-AEREO-NAO-TRIPULADO-PARA-GERACAO-DE-MODELO-DIGITAL-DO-TERRENO-EM-BACIA-EXPERIMENTAL-COM-VEGETACAO-FLORESTAL-ESPARSA.pdf). Acesso: 28 mar. 2024.

MACHADO, Paula. **Geodésia, topografia e cartografia: diferenças**. 2021. Disponível em: <<http://www.visaogeo.com.br/geodesia-topografia-e-cartografiadiferencas#:~:text=A%20topografia%20pode%20ser%20definida,decl%C3%ADnio%20ou%20outro%20acidente%20geogr%C3%A1fico.>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

NASCIMENTO, Ana Juvelina da Silva; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. **Uso do drone em incêndio florestal**. In: IX JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica. 2020. Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/IXJTC/IXJTC/paper/viewFile/2233/2703/>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

OLIVEIRA, Henrique Carvalho de; JESUS, Henrique Potenciano de. **Análise comparativa de levantamentos planialtimétricos-topografia convencional, gps e drone**. 2018. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AN%C3%81LISE\\_COMPARATIVA\\_DE\\_LEVANTAMENTOS\\_PLANIALTIM%C3%89TRICOS\\_%E2%80%93\\_TOPOGRAFIA\\_CONVENCIONAL\\_\\_GPS\\_E\\_DRONE.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AN%C3%81LISE_COMPARATIVA_DE_LEVANTAMENTOS_PLANIALTIM%C3%89TRICOS_%E2%80%93_TOPOGRAFIA_CONVENCIONAL__GPS_E_DRONE.pdf). Acesso em: 27 mar. 2024.

PENA NETTO, Paulo. **Quais São as Diferenças Entre Aeronaves Remotamente Pilotadas de Asa Fixa e Multirrotores/**. 2017. Disponível em: <<https://www.austertecnologia.com/single-post/2017/05/27/diferencas-asa-fixamultirrotores>>. Acesso em: 27 mar. 2024.

REBELO, Angelo Antonio. **Métodos de levantamento topográfico: comparativo de precisão entre estação total e drone**. Engenharia Civil-Pedra Branca,

Universidade Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em:  
<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/8b3a8c1f-02a1-48cf-8fa4-198616052ae7/download/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

ROCHA, Geraldo Nazareno; GASPAR, Geisla Aparecida Maia Gomes. **Análise comparativa de um levantamento topográfico realizado com gps e aerofotogrametria**. 2019. Disponível em:  
<http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1251/1/Geraldo%20Nazareno%20Rocha.pdf>. Acesso: 27 mar. 2024.

SALGADO NETO, Antônio; CALDEIRA, Nathalia Longaray. **Estudo de caso-análise de imagens geradas por Vant (Drone) para o monitoramento e controle do avanço de obras de infraestrutura**. 2021. Disponível em:  
<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/8120b070-aac2-47ff-8101-0842f45d494c/download/>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SILVEIRA, Gustavo Cruz; RIBEIRO, Fernando César Dias. **Estações totais com medição sem prisma**. 2008. Disponível em:  
<<http://mundogeo.com/blog/2008/10/16/estacoes-totais-com-medicao-sem-prisma/>>. Acesso em: 25 mar. 2024.

SILVA, L. R.; SILVA, R. O. A. **Acurácia e precisão: análise estatística de levantamentos topográficos com VANT e Scanner**. Anápolis, Goiás, 2018. 55p. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia. Disponível em:  
[http://45.4.96.19/bitstream/aee/1222/1/2018\\_2\\_LAUDINEI\\_ROBERTAI.pdf](http://45.4.96.19/bitstream/aee/1222/1/2018_2_LAUDINEI_ROBERTAI.pdf). Acesso em: 25 mar. 2024.

SOUZA, Diogo José da Silva *et al.* **Levantamentos topográficos utilizando drones e gnss**. 2020. Disponível em:  
[https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1mackenzie/universidade/laboratorios/labgeo/2021/ARTIGO\\_LEVANTAMENTOS\\_TOPOGR%C3%81FICOS\\_UTILIZANDO\\_DRONES\\_E\\_GNSS.pdf](https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1mackenzie/universidade/laboratorios/labgeo/2021/ARTIGO_LEVANTAMENTOS_TOPOGR%C3%81FICOS_UTILIZANDO_DRONES_E_GNSS.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2024.

TULER, Marcelo. **Fundamentos de topografia**. 1. Porto Alegre Bookman, 2013, 1 recurso online ISBN 9788582601204.

XAVIER, Braylan Sedlacek; SILVA, Wellington Coutinho. **Topografia: Levantamento convencional X Aerofotogrametria**. Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Doctum Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020. Disponível em:  
<http://dspace.doctum.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/3696/>. Acesso em: 28 mar. 2024.