

EQUIPAMENTOS MODERNOS E SUAS APLICAÇÕES EM LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS DE GRANDES ÁREAS

1. Ana Karoline Alves Santana

Descrição: estudante da Universidade Ateneu de Fortaleza-CE, matrícula: 20181431386.
Graduando em Engenharia Civil.

2. Francisco Márcio Bezerra

Descrição: estudante da Universidade Ateneu de Fortaleza-CE, matrícula: 20231119683.
Graduando em Engenharia Civil.

3. Maurício Costa bezerra

Descrição: estudante da Universidade Ateneu de Fortaleza-CE, matrícula: 20231110163.
Graduando em Engenharia Civil.

4. Edeilson Lima Monte

Descrição: estudante da Universidade Ateneu de Fortaleza-CE, matrícula: 20222116513.
Graduando em Engenharia Civil.

5. Francisco Alex Ferreira Barbosa

Descrição: estudante da Universidade Ateneu de Fortaleza-CE, matrícula: 20222118036.
Graduando em Engenharia Civil.

6. Thales Henrique Silva Costa

Descrição: professor Mestre Orientador e coordenador do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu.

RESUMO

Este artigo tem por finalidade abordar os principais e mais modernos equipamentos utilizados em levantamentos topográficos de grandes áreas, bem como suas aplicações, vantagens, limitações e tendências futuras. A metodologia envolve revisão bibliográfica de estudos recentes, análise comparativa das tecnologias e a abordagem de cenários de aplicação. Portanto a utilização dessas tecnologias tende a crescer e que o futuro aponta para sistemas integrados e autônomos.

Palavras-chave: topografia, levantamentos grandes áreas, sistemas integrados e autônomos.

1 INTRODUÇÃO

A topografia constitui uma das bases para o planejamento e execução de obras de engenharia, infraestrutura e gestão territorial. Com o aumento da escala dos

projetos — como usinas solares, rodovias, faixas de servidão, áreas rurais extensas (GHILANI; WOLF, 2013) — surge a necessidade de métodos de levantamento que combinem em rapidez, alta densidade de dados e precisão. Os equipamentos convencionais — por exemplo, método convencional com nível de mira, ou mesmo estações totais simples — tornam-se lentos ou impraticáveis em grandes extensões (Susanny, 2019). Nesse contexto, tecnologias modernas vêm transformando o campo: sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System - Sistema Global de Navegação por Satélite) de alta precisão, diferencial baseado na medição da fase – RTK (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2013), estações totais robóticas, scanners laser (LiDAR) e drones com sensores embarcados. Tem-se como objetivo deste artigo revisar tais equipamentos, analisar suas aplicações em levantamentos topográficos de grandes áreas e discutir implicações práticas para a topografia.

2 OBJETIVO

O contínuo avanço das tecnologias aplicadas à topografia tem impulsionado o desenvolvimento de equipamentos e softwares capazes de realizar medições com elevada precisão e eficiência na coleta de dados espaciais. Assim, o presente artigo científico discute as principais vantagens e limitações dessas inovações em relação aos métodos convencionais de levantamento topográfico.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. EQUIPAMENTOS BÁSICOS TRADICIONAIS

Antes de discutir os modernos, vale salientar que os equipamentos tradicionais que ainda servem como base ou comparação: estação total, teodolito como ilustra a figura 01, nível e mira. Como por exemplo, a estação total permite medida de ângulos e distâncias com precisão elevada (KAVANAGH e BIRD (1996)).

Figura 01 – Estação total e teodolito



Fonte: Estação total e Teodolito andenilsongiovani.com.br

3.2 GNSS/RTK EM TOPOGRAFIA

Os sistemas GNSS (Global Navigation Satellite System) vêm sendo largamente utilizados em levantamentos topográficos como ilustra a figura 02, com correções em tempo real (RTK) ou pós-processamento (PPK) para obter precisão centimétrica. Portanto, “Satélites, sensores de navegação e mapeamento, computadores portáteis” formam o ecossistema de geotecnologias atuais. (GHILANI; WOLF, 2013).

Figura 02 – Receptores GNSS permite um maior número de satélites disponíveis para cálculos de posicionamento.

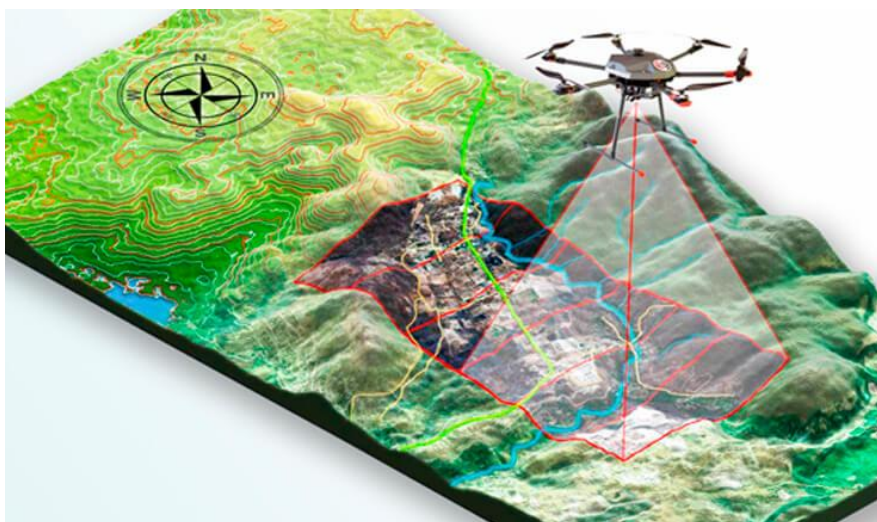


Fonte: blog.cpetecnologia.com.br

3.3 FOTOGRAMETRIA E DRONES (UAV)

A fotogrametria digital, especialmente por plataformas aéreas não tripuladas (UAVs), permite a aquisição rápida de imagens, reconstrução 3D (via Structure from Motion – SfM) e geração de mosaicos, modelos digitais de terreno (MDT/DEM) e ortofotos como ilustra a figura 03. Um estudo recente utilizou UAV + RTK-GNSS para mapeamento em larga escala. (GARRET, 2013).

Figura 03 - fotogrametria digital, especialmente por plataformas aéreas não tripuladas.



Fonte: La Fotogrametria cwork.cat

3.4 LiDAR (Laser Scanning) terrestre e aérea

A tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging) ilustrado na figura 04, baseia-se em emissão de laser e medição do tempo de retorno, gerando nuvens de pontos com alta densidade. É especialmente útil em áreas de vegetação densa ou difícil acesso, e em mapeamentos de grandes áreas onde a rapidez importa. Também, há scanners LiDAR compactos para drones em mapeamentos topográficos. (RIEGL, 2025)

Figura 04 - Tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging)



Fonte: RIEGL, 2025

3.5 INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS

A tendência atual é integrar vários sensores — GNSS, IMU, câmera, LiDAR — para melhorar acurácia, reduzir necessidade de controles no terreno e ampliar cobertura (GOMES, 2025). Além disso, permite uma maior congruência nos resultados, pois com estas novas tecnologias (softwares) podem cruzar as informações removendo erros ou falhas nos dados.

4. METODOLOGIA

Este estudo adota a abordagem de revisão bibliográfica sistemática, selecionando artigos científicos publicados entre 2018 e 2025 sobre levantamento topográfico de grandes áreas utilizando equipamentos modernos. Os critérios de desenvolvimento deste artigo científico se restringem a aplicação em grandes extensões, comparação entre tecnologias e estudo de caso com dados de acurácia. Além disso foi elaborada uma análise comparativa das tecnologias segundo os seguintes parâmetros:

- Aplicações em grandes áreas
- Vantagens
- Limitações

- Tendências e futuros

4.1 APLICAÇÕES EM LEVANTAMENTOS DE GRANDES ÁREAS

4.1.1 GNSS/RTK EM LARGA ESCALA

O GNSS é uma evolução do GPS que inclui diversos sistemas de satélites, como o GLONASS (Rússia), Galileo (União Europeia) e BeiDou (China). Onde a utilização de receptores GNSS permite um maior número de satélites disponíveis para cálculos de posicionamento, o que aumenta a precisão das medições topográficas (TRIMBLE, 2024). Por exemplo, para corredores rodoviários, linhas de transmissão ou áreas agrícolas extensas, o GNSS e RTK permite estabelecer uma rede de base para aquisição rápida de pontos.

Os sistemas de GPS geodésico com tecnologia RTK (Real-Time Kinematic) revolucionaram a topografia ao fornecer coordenadas georreferenciadas com alta precisão em tempo real (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA, 2013). Esse sistema opera com estações base e receptores móveis, corrigindo os sinais dos satélites para reduzir erros. Ele é amplamente empregado em cadastro de propriedades rurais, mapeamento de grandes áreas, monitoramento ambiental e projetos de infraestrutura.

O uso do RTK em conjunto com softwares de modelagem 3D tem ampliado sua aplicabilidade, tornando-o uma ferramenta essencial para a construção de estradas, aeródromos e controle de obras de grande escala. Por exemplo, em projetos de aeroportos, o GPS RTK é utilizado para garantir que as pistas estejam perfeitamente alinhadas e niveladas, evitando problemas futuros.

4.1.2 Drones + Fotogrametria para mapeamento extenso

Os drones já são conhecidos por suas capacidades de captura de imagens aéreas, mas agora estão sendo projetados especificamente para atender às necessidades da topografia. Esses drones podem ser equipados com câmeras de alta resolução, sensores GNSS e até mesmo scanners a laser, permitindo que os

topógrafos obtenham dados precisos a partir de uma perspectiva aérea. Isso é particularmente útil para levantamentos de grandes áreas ou locais de difícil acesso.

4.1.3 LiDAR aéreo / móvel para áreas complexas

O LiDAR, com sua capacidade de mapeamento rápido e preciso de grandes áreas, proporciona uma coleta rápida de dados com precisão centimétrica, destacam-se como ferramentas essenciais para mapeamento em terrenos complexos e áreas de difícil acesso (SOUZA, 2019). Além disso, o uso de software de topografia permite o processamento e análise de dados com maior precisão, melhorando a gestão de projetos e otimizando o fluxo de trabalho. Além de permitir a captura de detalhes precisos e informações 3D do terreno.

4.1.4 Vantagens das novas tecnologias

- Grande rapidez na coleta de dados (especialmente UAV/LiDAR).
- Alta densidade de dados e possibilidade de modelos 3D detalhados.
- Cobertura de grandes áreas com menor esforço de campo.
- Acurácia crescente com GNSS de alta precisão e integração de sensores.

4.1.5 Limitações das novas tecnologias

- Custo elevado dos equipamentos (ex: scanners LiDAR) e da capacitação técnica. Revistas de Engenharia Civil
- Processamento de grandes volumes de dados pode demandar hardware e software robustos.
- Em ambientes com cobertura vegetal muito densa, fotogrametria pode falhar em captar o terreno subjacente; LiDAR é superior mas mais caro.
- Em algumas áreas regulatórias ou com restrições de voo (UAV) pode haver impedimentos.
- Precisão real depende de controle de qualidade, calibração e condições de operação.

5 RESULTADOS

A integração entre GNSS, LiDAR, DRONES, e entre outras tecnologias moderna voltadas para a topografia, permite uma densidade de dados e informações bastante significativa, permitindo um mapeamento de extensas áreas com maior eficiência e eficácia. Além disto, estes equipamentos podem atuar de maneira autônoma e com grande precisão, sem a interferência e falha humana na coleta de dados.

Avanços no processamento dados e informações lincados a IA (inteligência artificial) pode permitir até a classificação e extração de feições topográficas.

Vale ressaltar que a classificação de feições mais comum divide em dois grandes grupos:

- **Meio físico:** formações naturais como montanhas, vales, rios, planaltos e planícies.
- **Meio humano:** contrições e infraestruturas feitas pelo homem, como estradas e edifícios.

Já a extração, é nada mais, que o processo de obter dados topográficos como elevações e curvas de níveis a partir de levantamentos de campo ou fontes digitais (como Google Earth) para, posteriormente criar modelos digitais de elevação (MDE) e outros produtos cartográficos.

Com a difusão e maior frequência da utilização destes equipamentos e sensores, tende a uma redução dos custos dos equipamentos, elaboração de projetos de menor ou até maior escala. Portanto o grande ganho para “grandes áreas” será a produtividade e cobertura.

6 DISCUSSÃO

Comparando aos métodos tradicionais, os equipamentos modernos reduzem o tempo de campo em até 80%, mantendo ou aumentando a precisão dos resultados (SILVA; RODRIGUES, 2021). Entretanto, a adoção dessas tecnologias exige

capacitação técnica, investimentos em softwares de processamento e cuidados com calibração e manutenção dos sensores.

A interação entre plataformas e o uso de sistemas em nuvem para armazenamento e processamento de dados também têm se mostrado tendências promissoras. Essas práticas permitem o compartilhamento e atualização contínua de informações geoespaciais, essenciais para projetos modernos que exigem cada vez mais eficiência e precisão.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de equipamentos modernos em levantamentos topográficos de grandes áreas representa uma evolução fundamental para a engenharia de topografia. GNSS de alta precisão, UAVs e DRONES com câmeras/fotogrametria, scanners LiDAR e integração de sensores permitem que se cubram áreas extensas com rapidez, densidade de dados e níveis de acurácia antes inviáveis com métodos tradicionais. Entretanto, para que esses benefícios sejam plenamente alcançados, é necessário investimento em equipamentos, capacitação técnica, planejamento adequado e controle de qualidade. Espera-se que a tendência continue no sentido de sistemas mais integrados, autônomos e acessíveis. Para a prática profissional da topografia, isso significa repensar métodos, equipar-se para novos fluxos de trabalho e adotar contínua atualização tecnológica.

REFERÊNCIAS

TRIMBLE. **Aumente sua produtividade com GNSS**, 2023. Disponível em: <https://www.scriodejaneiro.com.br/wp-content/uploads/2021/05/trimble-rs8.pdf>. Acesso em: 27 outubro 2025.

SOUZA, E. C. **Tecnologia LiDAR aplicada ao levantamento topográfico: fundamentos e aplicações**. Editora UFSC, 2019.

GHILANI, Charles D.; WOLF, invade Paul R. **Geomática**, 13. ed. São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2013.

SUSANNY, Vieira da Silva (IC), Magda Aparecida Salgueiro Duro (Orientadora). Apoio: PIBIC CNPq, 2019, **ANÁLISE DOS RECURSOS DISPONÍVEIS EM EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS DE ÚLTIMA GERAÇÃO E SUA**

CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENGENHARIA, Universidade Presbiteriana Mackenzie, XV Jornada de Iniciação Científica e VIII Mostra de Iniciação Tecnológica, 2019

DLAMINI, S. M.; Ouma, Y. O. “**Large-Scale Topographic Mapping Using RTK-GNSS and Multispectral UAV Drone Photogrammetric Surveys: Comparative Evaluation of Experimental Results.**” *Geomatics*, v. 5, n. 2, 2025.

LUCCIO, M. **GNSS + sensors have transformed surveying.** *GPS World*, 23 fev 2022.

THOMAS, Alexander. “**Enhancing Topographic Surveys with the Apus UAV LiDAR & Lixel X1 SLAM Scanner.**” *Unmanned Systems Technology*.

MOSTAFA, M.; Sobol, S.; Hutton, J. **UAV Multi-Sensor Payloads for High Precision Aerial Surveys.** *FIG Congress 2022*.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Manual Técnico de Posicionamento: georreferenciamento de imóveis rurais**, 1. ed. 2013. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/certificacao-de-imoveis-rurais/manual_tecnico_de_posicionamento_1_edicao.pdf>. Acesso em 25 outubro de 2025

SOUZA, E. C. **Tecnologia LiDAR aplicada ao levantamento topográfico: fundamentos e aplicações.** Editora UFSC, 2019.

GARRET, Filipe. **O que é drone e para que serve? Tecnologia invade o espaço aéreo**, 2013. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/o-que-sao-e-para-que-servem-os-drones-tecnologia-invade-o-espaco-aereo.html>>. Acesso em: 24 outubro de 2025.

RIEGL. **LiDAR: Mapeamento Rápido e Preciso**, 2023. Disponível em: http://www.riegl.com/fileadmin/user_upload/Press/2022-01-11_GisResources_Magazine_RIEGL_Ultimate_LiDAR_in_Forestry.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

GOMES, W.; OLIVEIRA, R. **Novas Tendencias Technologicas Aplicadas Á Topografia.** Cadernos ISPRS, v. 41, n. 2, p. 159-166, mar. 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/5f71992b-308f-468a-87ad-48b2753acc3e/download>. Acesso em: 27 de outubro de 2025.

SILVA, H. P.; RODRIGUES, F. A. **Comparativo entre métodos topográficos tradicionais e modernos.** Anais do Congresso Brasileiro de Geotecnologias, 2021.