

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

YURI ELRAY URBANO RODRIGUES

**A INFLUÊNCIA DOS DRONES NO CRESCIMENTO E MODERNIZAÇÃO DAS
EMPRESAS DE GEOREFERENCIAMENTO NO BRASIL**

São Luís
2025

YURI ELRAY URBANO RODRIGUES

**A INFLUÊNCIA DOS DRONES NO CRESCIMENTO E MODERNIZAÇÃO DAS
EMPRESAS DE GEOREFERENCIAMENTO NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso, na modalidade de artigo,
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Administração da Universidade Federal do
Maranhão - UFMA.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Santos Costa

São Luís

2025

Rodrigues, Yuri Elray Urbano.

A influência dos drones no crescimento e modernização das empresas de georreferenciamento no Brasil / Yuri Elray Urbano Rodrigues. – 2025
23 f.

Orientador: Nilson Santos Costa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação, Artigo) - Curso de Administração, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Georreferenciamento 2. Drones. 3. Inovação tecnológica. I. Costa, Nilson Santos. II. Título.

YURI ELRAY URBANO RODRIGUES

**A INFLUÊNCIA DOS DRONES NO CRESCIMENTO E MODERNIZAÇÃO DAS
EMPRESAS DE GEOREFERENCIAMENTO NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso, na modalidade de artigo,
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Administração da Universidade Federal do
Maranhão - UFMA.

Aprovado em: 22 /07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Nilson Santos Costa (orientador)

Dr. em Engenharia Elétrica

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Ademir da Rosa Martins

Dr. em Informática na Educação

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Hélio Trindade de Matos

Dr. em Administração de Empresas

Universidade Federal do Maranhão

“Porque dele por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a ele eternamente” –

Romanos 11:36.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por me conceder vida, saúde e capacidade para escrever este artigo, com tanto empenho, esforço, dedicação e inspiração.

A Universidade Federal do Maranhão, com toda sua estrutura e acervo onde pude aprender e desenvolver as habilidades necessárias para concluir esta jornada acadêmica.

Aos professores do corpo docente do curso de administração da UFMA que foram fundamentais para meu aprendizado durante a construção acadêmica como discente.

Ao meu orientador que desde o princípio demonstrou entusiasmo no assunto deste trabalho e se prontificou em me orientar.

A minha família que sempre deu suporte aos meus estudos, me amparou em todos os momentos da minha vida pessoal e acadêmica

A minha namorada que me apoiou com muito carinho e companheirismo, incentivou e deu todo suporte para desenvolver este projeto.

Aos companheiros de classe e de curso que durante este período puderam contribuir direta e indiretamente para a conclusão desta jornada.

RESUMO

O presente trabalho investiga como a adoção de drones tem influenciado o crescimento e a modernização das empresas de georreferenciamento no Brasil. A pesquisa parte da constatação da crescente demanda por serviços geoespaciais precisos, impulsionada pela necessidade de regularização fundiária e planejamento urbano em um país de dimensões continentais. O objetivo principal foi analisar os impactos operacionais e estratégicos do uso dessa tecnologia, utilizando como base um estudo de caso da empresa UR Drones, localizada em São Luís–MA. A metodologia adotada foi qualitativa e descritiva, com coleta de dados por observação direta e análise de relatórios técnicos oriundos de um mapeamento aéreo em uma área de 3.326,62 m², executado com um drone DJI Mini 2. Os resultados evidenciaram redução de custos em cerca de 50%, aumento da produtividade e melhoria significativa na qualidade dos produtos entregues, como ortofotos, curvas de nível e arquivos para modelagem 3D. A conclusão aponta que o uso de drones representa uma inovação acessível e eficaz para pequenas empresas do setor, embora desafios como regulamentação e capacitação técnica ainda persistam. O estudo contribui para a compreensão do papel da tecnologia na transformação dos modelos de negócio em georreferenciamento e sugere pesquisas comparativas regionais como aprofundamento futuro.

Palavras-chave: Georreferenciamento; Drones; Inovação tecnológica.

ABSTRACT

This study investigates how the adoption of drones has influenced the growth and modernization of georeferencing companies in Brazil. The research stems from the increasing demand for accurate geospatial services driven by land regularization and urban planning needs in a country of continental dimensions. The main objective was to analyze the operational and strategic impacts of this technology, using a case study of the company UR Drones, based in São Luís–MA. The methodology used was qualitative and descriptive, with data collected through direct observation and technical reports from an aerial mapping of a 3.326,62 m² area, carried out using a DJI Mini 2 drone. The results showed a cost reduction of approximately 50%, increased productivity, and significant improvement in the quality of deliverables, such as high-resolution orthophotos, contour lines, and archives for 3D modeling. The conclusion highlights that drones offer an accessible and effective innovation for small companies in the sector, although challenges such as regulation and technical training remain. This study contributes to understanding the role of technology in transforming business models in georeferencing and suggests regional comparative studies for further research.

Keywords: Georeferencing; Drones; Technological innovation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Drone DJI mini 2.....	13
Figura 2 – Base GNSS RTK em campo	17
Figura 3 – Relatório do levantamento 1	18
Figura 4 – Relatório do levantamento 2	19
Figura 5 – Planta A4 das curvas de nível.....	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Gorreferenciamento: conceitos e aplicações	12
2.2	Drones: definição, tipos e funcionamento	13
2.3	Aplicações dos drones no georreferenciamento.....	14
3	CRESCIMENTO DAS EMPRESAS DE GEORREFERENCIAMENTO COM O USO DE DRONES.....	14
4	MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE GEORREFERENCIAMENTO	15
4.1	Capacitação e qualificação de profissionais.....	15
4.2	Casos de sucesso no Brasil.....	16
5	ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS (ESTUDO DE CASO).....	17
5.1	Introdução.....	17
5.2	Estudo de caso	17
5.3	Discussão dos resultados.....	20
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS.....	22

A INFLUÊNCIA DOS DRONES NO CRESCIMENTO E MODERNIZAÇÃO DAS EMPRESAS DE GEORREFERENCIAMENTO NO BRASIL

Yuri Elray Urbano Rodrigues
Nilson Santos Costa

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia tem impulsionado o surgimento de novas soluções aplicáveis a diversos setores da economia. No campo da administração, esse movimento tem favorecido o empreendedorismo tecnológico e a criação de modelos de negócio baseados em inovação (CRA-RJ, 2017). Dentre as tecnologias emergentes, os drones — também conhecidos como Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) (CARTAGEO, 2025) — têm se destacado como ferramentas versáteis, com aplicações que vão desde o entretenimento até usos técnicos, como o mapeamento aéreo e a topografia. Um dos principais motivos do uso de mapeamento aéreo e topográfico é a área territorial brasileira. E com isso surge a necessidade de regulamentar essas terras por meio de escrituras com georreferenciamento atualizado, pois é observado que a grande maioria desconhece esta necessidade. Diante disso, uma demanda de mercado é criada para as empresas de georreferenciamento que com o auxílio da tecnologia dos drones pode otimizar trabalhos, recursos e custos operacionais.

O setor de georreferenciamento no Brasil tem experimentado uma transformação significativa com a introdução de tecnologias avançadas, especialmente os drones (ORTOPIXEL, 2021). Essas aeronaves não tripuladas possibilitam a coleta de dados com maior agilidade, precisão e segurança, revolucionando os métodos tradicionais de levantamento topográfico e geoespacial (ORTOPIXEL, 2021). A chegada dessa tecnologia permitiu que as empresas de georreferenciamento pudessem otimizar seus levantamentos, com mais custo-benefício nas operações, redução de tempo, recurso e aumento da qualidade dos resultados (ORTOPIXEL, 2021).

O objetivo geral deste trabalho é analisar a influência do uso de drones no crescimento e na modernização das empresas de georreferenciamento no Brasil, com base no estudo de caso da empresa UR Drones.

Os objetivos específicos são:

- Identificar os benefícios proporcionados pelos drones para as empresas do setor.
- Compreender as mudanças nos processos de trabalho com a adoção dessa tecnologia.
- Apresentar os resultados obtidos por meio do uso de drone em um projeto real.

A utilização de drones tem ampliado as capacidades operacionais das empresas de georreferenciamento, tornando-as mais competitivas. Com a crescente demanda por levantamentos precisos para obras, regularizações fundiárias e planejamento urbano, torna-se relevante compreender como essa tecnologia impacta o crescimento e a modernização do setor. O presente trabalho busca evidenciar essas transformações, utilizando um estudo de caso prático da empresa UR Drones.

Quanto a metodologia pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e descritiva, com uso de estudo de caso. O caso analisado foi a atuação da empresa UR Drones no município de Barreirinhas-MA (IBGE. Barreirinhas (MA). Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP). <https://www.ibge.gov.br>. 08 de maio de 2025), bairro Santo Inácio II, onde foi realizado um mapeamento aéreo com drone DJI Mini 2, em uma área de aproximadamente 3.326,62 m²,

para subsidiar a elaboração de um projeto de construção de condomínio. Os dados foram obtidos por meio de relatórios técnicos e observação direta da execução do serviço.

O presente artigo foi estruturado em uma ordem lógica de seções, cada uma elaborada para aprimorar o entendimento acerca do impacto dos drones na evolução e atualização das empresas de mapeamento geográfico no território brasileiro. A organização tem o propósito de orientar o leitor desde a introdução do assunto até as conclusões finais, abrangendo uma revisão bibliográfica substancial, análise de informações e diálogos relevantes.

O segundo capítulo dedica-se à fundamentação teórica do estudo, explorando os conceitos essenciais que sustentam a pesquisa. Aborda-se o georreferenciamento, definindo-o como um processo crucial para a associação de informações espaciais a coordenadas geográficas, e suas diversas aplicações em áreas como cadastros técnicos, planejamento urbano e agricultura de precisão. Em seguida, discute-se a aerofotogrametria, ela utiliza a captação de imagens aéreas por meio de sensores ópticos, e sua relação intrínseca com o uso de drones. Este capítulo fornecer ao leitor um embasamento sólido, apresentando as definições e os princípios que regem o campo de estudo, além de explorar a evolução e as tendências atuais dessas tecnologias.

O terceiro capítulo explora como a adoção de drones tem impulsionado o crescimento das empresas de georreferenciamento. Serão analisados os fatores que contribuem para esse crescimento, como a otimização de processos, a redução de custos operacionais e o aumento da eficiência na coleta e processamento de dados. A discussão será embasada em dados e informações que demonstrem o impacto positivo dos drones na performance e no desenvolvimento estratégico dessas organizações. As métricas de crescimento, como aumento de faturamento, expansão da carteira de clientes e diversificação de serviços, todas diretamente relacionadas à integração dos drones em suas operações. A análise será complementada com insights sobre as tendências futuras e o potencial de inovação que os drones representam para o setor de georreferenciamento, projetando cenários de crescimento sustentável e de longo prazo.

O quarto capítulo serão discutidas as transformações nos métodos tradicionais de levantamento topográfico e geoespacial, destacando como os drones introduzem maior agilidade, precisão e segurança nas operações. O capítulo abordará a evolução das ferramentas e softwares utilizados, bem como a integração de novas tecnologias, como inteligência artificial e processamento em nuvem, para otimizar a análise de dados coletados por drones.

A discussão incluirá a análise de como a modernização afeta a competitividade das empresas, permitindo-lhes oferecer serviços de ponta e se destacar no mercado. O capítulo abordará a importância da padronização e da regulamentação para garantir a segurança e a confiabilidade das operações com drones, promovendo um ambiente de inovação.

Este capítulo é o cerne da pesquisa, onde os dados coletados no estudo de caso da empresa UR Drones serão apresentados, analisados e discutidos em profundidade. A análise se concentrará nos resultados obtidos com o mapeamento aéreo realizado em Barreirinhas-MA, utilizando o drone DJI Mini 2 (DJI, 2025). Serão detalhados os relatórios técnicos e as observações diretas da execução do serviço, na superfície, precisão e custo-benefício proporcionados pelo uso do drone em comparação com métodos tradicionais.

Serão exploradas as implicações práticas dos achados, destacando as vantagens competitivas que a UR Drones obteve ao integrar essa tecnologia em suas operações. Além disso, serão identificados os desafios enfrentados durante a implementação e operação dos drones, bem como as estratégias adotadas para superá-los.

As considerações finais abordarão as implicações dos resultados para o setor, oferecendo recomendações para empresas, profissionais e formuladores de políticas públicas. Uma reflexão sobre o impacto geral da tecnologia de drones no mercado de georreferenciamento, projetando cenários futuros e as tendências emergentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Georreferenciamento: conceitos e aplicações

O Georreferenciamento (ORTOPIXEL, 2021) é o processo de associar informações espaciais a coordenadas geográficas. Ele é fundamental para cadastros técnicos, planejamento urbano, agricultura de precisão, regularização fundiária e infraestrutura. Além disso, existe uma ciência acerca da realização de mapeamentos com drone, a aerofotogrametria (TEIXEIRA, 2020) é uma técnica da fotogrametria que consiste na captação de imagens aéreas por meio de sensores ópticos embarcados em aeronaves, como aviões, helicópteros ou drones, com o objetivo de obter informações precisas da superfície terrestre. A partir dessas imagens, é possível gerar produtos como ortofotos, modelos digitais de terreno (MDT), curvas de nível, plantas topográficas e mapas temáticos. A aerofotogrametria permite realizar levantamentos em larga escala com rapidez, segurança e boa precisão, sendo amplamente utilizada em projetos de engenharia, georreferenciamento, planejamento urbano, agricultura de precisão, entre outros.

Os produtos topográficos são representações gráficas ou digitais resultantes de levantamentos topográficos, utilizados para análise e planejamento do território. Entre os principais destacam-se:

- Plantas topográficas: representações planimétricas e altimétricas detalhadas de uma área.
- Curvas de nível: linhas que conectam pontos de mesma altitude, permitindo a leitura da variação do relevo.
- Modelos Digitais de Terreno (MDT): superfícies digitais que representam a elevação do solo, excluindo objetos como vegetação e edificações.
- Modelos Digitais de Superfície (MDS): semelhantes ao MDT, mas incluem todos os elementos presentes sobre o solo.
- Ortomosaicos: imagens aéreas corrigidas geometricamente, com escala uniforme e sobreposição de várias fotos, gerando um “mapa fotográfico”.
- Nuvens de pontos: conjuntos de pontos georreferenciados que representam tridimensionalmente a superfície.

Para realizar um georreferenciamento com drones é necessário conhecer a tecnologia desenvolvida pela marca chinesa DJI, a DJI (Dà-Jiāng Innovations) (DJI, 2025) é a principal fabricante mundial de drones, reconhecida pela inovação e qualidade de seus equipamentos voltados tanto ao uso recreativo quanto profissional. Os drones DJI são amplamente utilizados em mapeamento aéreo, filmagem, inspeções técnicas e topografia, sendo destaque modelos como DJI Phantom 4 RTK, Mavic 3 Enterprise, DJI Matrice 300 RTK, além das linhas DJI mini 2, 3 e 4. Os equipamentos da marca são conhecidos pela facilidade de uso, sensores de alta resolução, sistemas embarcados de GPS e RTK, além de compatibilidade com softwares fotogramétricos. Essa popularidade faz da DJI referência entre empresas e profissionais do setor de geotecnologias. Além disso, os modelos de drones como o DJI mini 2 estão disponíveis para venda na opção “combo fly more”, que são comercializados em forma de kit incluindo três baterias, um hub de carregamento, uma bag para guardar e portar o equipamento, um controle RC, entre outros itens e peças reservas (Figura 1).

Figura 1 – Drone DJI mini 2



Fonte: UR Drones (2025)

Outro conceito de equipamento significativo para o georreferenciamento é o GPS RTK (Cinemática em Tempo Real) (CAMARGO, 2021), é uma tecnologia de posicionamento por satélite que utiliza correções em tempo real para fornecer coordenadas geográficas com alta precisão, chegando à ordem de centímetros. O sistema RTK opera com dois receptores: uma estação base, que conhece sua posição exata, e um rover, que realiza medições no campo. A base envia correções diferenciais para o rover via rádio ou internet, compensando os erros comuns aos sinais GNSS (como atrasos atmosféricos e ruído orbital) (CAMARGO, 2021). Essa técnica é essencial em levantamentos topográficos de alta precisão, georreferenciamento de imóveis rurais, monitoramento de obras e aplicações com drones profissionais.

2.2 Drones: definição, tipos e funcionamento

Com o progresso tecnológico, houve uma mudança significativa no setor de georreferenciamento, passando do uso de instrumentos convencionais, como teodolitos e estações totais, para a adoção de equipamentos avançados. Atualmente, a combinação de GPS altamente preciso, softwares de SIG e, mais recentemente, drones, têm possibilitado a realização de medições mais ágeis, minuciosas e com uma precisão sem precedentes. Essa evolução não só aprimorou os procedimentos de coleta de dados, mas também transformou a maneira como as informações geoespaciais são processadas, analisadas e aplicadas em diversas áreas, desde o planejamento urbano até a agricultura de precisão. A habilidade de produzir modelos tridimensionais e ortomosaicos de alta definição de forma eficiente representa um avanço significativo no campo.

Drones, ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), são aeronaves controladas remotamente ou de forma autônoma, equipadas com sensores, câmeras e softwares de navegação. Eles podem ser classificados em diferentes tipos, como multirrotore (ideais para voos estacionários e em áreas restritas), asas fixas (para grandes áreas e longas distâncias) ou híbridos. O funcionamento baseia-se na coleta de dados por meio de voos programados, onde as imagens e informações são capturadas e posteriormente processadas por softwares

específicos para gerar produtos geoespaciais, como mapas e modelos 3D. Essa versatilidade e capacidade de operação em diferentes ambientes tornam os drones ferramentas indispensáveis para o georreferenciamento moderno.

2.3 Aplicações dos drones no georreferenciamento

Os drones têm uma vasta gama de aplicações no georreferenciamento, abrangendo desde o mapeamento aéreo e a modelagem 3D até a topografia, levantamento de áreas agrícolas e inspeção de obras. Sua capacidade de captar imagens em alta resolução e dados precisos possibilita a geração de produtos geoespaciais de alta qualidade, como ortomosaicos e nuvens de pontos georreferenciadas. Além disso, os drones são empregados na fiscalização ambiental, monitoramento de infraestruturas, planejamento urbano e rural, e na gestão de recursos naturais, oferecendo uma visão detalhada e atualizada do terreno. A agilidade na coleta de dados e a redução de custos em comparação com métodos tradicionais consolidam os drones como ferramentas essenciais para diversas finalidades no setor.

O Brasil tem observado um crescimento expressivo no uso de drones, com regulamentações definidas pela ANAC e DECEA. Empresas de engenharia, construção civil e agricultura têm se beneficiado largamente da tecnologia. Além disso, as importações de drones no Brasil subiram cerca de 24% nos primeiros cinco meses do ano de 2024, com expectativas de aumento para os próximos anos (DECEA, 2023). De acordo com esse cenário, o Brasil se torna o principal mercado de drones da América Latina (DECEA, 2023).

3 CRESCIMENTO DAS EMPRESAS DE GEORREFERENCIAMENTO COM O USO DE DRONES

A utilização de drones tem se mostrado um fator decisivo para o crescimento das empresas de georreferenciamento, proporcionando uma série de benefícios que impactam diretamente a eficiência e a competitividade. Entre os principais benefícios está a significativa redução de custos operacionais, o aumento da precisão dos dados coletados, e a significativa diminuição do tempo de execução dos projetos. Além disso, os drones permitem o acesso a áreas de difícil alcance ou perigosas para equipes em campo, e contribuem para a valorização dos serviços prestados, uma vez que a tecnologia agrega um diferencial de modernidade e eficiência. A capacidade de realizar levantamentos em larga escala com rapidez e segurança, aliada à alta precisão, otimiza o uso de recursos e melhora a qualidade dos entregáveis. A produtividade das empresas aumenta significativamente com a automação da coleta de dados que os drones proporcionam. Tarefas que antes demandavam dias ou semanas de trabalho em campo podem ser concluídas em horas, liberando equipes para atividades mais estratégicas e de maior valor agregado.

Consequentemente, a qualidade dos produtos entregues melhora substancialmente, com a geração de ortofotos atualizadas, modelos digitais de terreno mais detalhados e nuvens de pontos densas e precisas. Essa melhoria na qualidade e na agilidade dos serviços se traduz em maior satisfação do cliente e na capacidade de atender a demandas mais complexas e exigentes do mercado. A adoção de drones também abre novas e promissoras oportunidades de mercado para as empresas de georreferenciamento. Setores como agricultura de precisão, inventários florestais, inspeção de redes elétricas e análises ambientais, que antes eram de difícil acesso ou inviáveis devido aos custos e complexidade, tornam-se agora acessíveis e rentáveis. Essa diversificação de serviços permite que as empresas ampliem sua carteira de clientes e participem de licitações e contratos mais robustos, fortalecendo sua posição no mercado e

garantindo um crescimento sustentável. A capacidade de oferecer soluções inovadoras e de alta tecnologia posiciona as empresas na vanguarda do setor, atraindo investimentos e talentos.

Apesar dos inúmeros benefícios, a implementação de drones no setor de georreferenciamento não está isenta de desafios. Um dos principais obstáculos é o investimento inicial necessário em equipamentos de alta tecnologia e nos treinamentos especializados para as equipes. Drones profissionais, softwares de processamento de dados e sistemas de posicionamento de alta precisão representam um custo considerável, que pode ser uma barreira para pequenas e médias empresas. Além disso, a complexidade das regulamentações aéreas e de uso do espaço aéreo que variam de acordo com a região e o tipo de operação, exige um conhecimento aprofundado e constante atualização por parte dos operadores e das empresas. Outro desafio significativo é a dependência das condições climáticas. Chuva, ventos fortes ou neblina podem inviabilizar as operações com drones, causando atrasos nos projetos e impactando os prazos de entrega.

A necessidade de qualificação técnica dos operadores é crucial, pois a pilotagem de drones e o manuseio dos softwares de processamento de dados exigem habilidades específicas e certificações. A falta de profissionais qualificados no mercado pode dificultar a expansão das operações e a manutenção da qualidade dos serviços. Superar esses desafios requer planejamento estratégico, investimento contínuo em tecnologia e capacitação, e uma adaptação proativa às mudanças regulatórias e tecnológicas do setor. A resiliência e a capacidade de inovação são fundamentais para que as empresas possam maximizar os benefícios dos drones e mitigar os riscos associados à sua implementação.

4 MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE GEORREFERENCIAMENTO

A modernização do setor de georreferenciamento tem sido profundamente impulsionada pela integração de drones, resultando em inovações tecnológicas significativas e mudanças substanciais nos processos e modelos de negócio. A introdução de softwares avançados de processamento fotogramétrico, a crescente utilização de armazenamento em nuvem para grandes volumes de dados e a aplicação de inteligência artificial para a interpretação e análise de informações coletadas pelos drones são exemplos claros dessas inovações. Essas ferramentas permitem que as empresas não apenas otimizem a coleta de dados, mas também gerem produtos geoespaciais de maior qualidade e em menor tempo. Consequentemente, as empresas passaram a adotar modelos operacionais mais enxutos e automatizados com a automação de diversas etapas do fluxo de trabalho, desde o planejamento de voo até a entrega final dos produtos.

A terceirização de levantamentos com drones também se tornou uma prática comum, permitindo que as empresas reduzam suas estruturas fixas, maximizem resultados e foquem em suas competências essenciais, ao mesmo tempo em que acessam tecnologias de ponta sem a necessidade de grandes investimentos iniciais. Essa flexibilidade e eficiência redefinem a competitividade no mercado, abrindo caminho para novos serviços e abordagens estratégicas.

4.1 Capacitação e qualificação de profissionais

Com a tecnologia, há maior exigência por profissionais com conhecimento em pilotagem de drones, legislação aeronáutica, geotecnologias e softwares de modelagem. Com o avanço da tecnologia e a crescente inserção dos drones (Veículos Aéreos Não Tripulados – VANTs) nos setores produtivos, torna-se indispensável a legislação que regula seu uso no Brasil. Especialmente no contexto das empresas de georreferenciamento, que têm adotado essa tecnologia para otimizar serviços de mapeamento aéreo, topografia e modelagem digital

do terreno, o conhecimento das normas legais é não apenas uma exigência legal, mas também uma condição estratégica para a competitividade e sustentabilidade dos negócios.

No Brasil, a operação de drones é regulamentada por três principais entidades: a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Cada uma possui responsabilidades específicas, compondo um arcabouço normativo que visa garantir a segurança das operações, a integridade do espaço aéreo e a proteção de dados e comunicações.

A principal norma da ANAC é o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94) (ANAC, 2023), que define os requisitos operacionais para o uso civil de drones. De acordo com essa regulamentação, os drones são classificados por peso (Aeronaves Classe 1, 2 ou 3) e por tipo de uso (recreativo ou profissional). Drones utilizados para fins profissionais, como no georreferenciamento, devem estar registrados no sistema SISANT (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas), caso pesem mais de 250g, e o piloto deve possuir idade mínima de 18 anos. Além disso, é obrigatória a contratação de seguro com cobertura de danos a terceiros, conforme previsto no RBAC-E nº 94, art. 94.1.

O DECEA, por sua vez, exige o cadastro da operação no Sistema de Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo (SARPAS NG), mesmo para voos em áreas remotas. Esse procedimento visa garantir a segurança do tráfego aéreo e evitar interferências com aeronaves tripuladas, sendo particularmente relevante em zonas urbanas ou próximas a aeroportos. Já a ANATEL é responsável por certificar os equipamentos que utilizam frequência de rádio para comunicação, como é o caso da maioria dos drones comerciais, garantindo que estejam em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

Para as empresas de georreferenciamento, estar em conformidade com essa legislação não se limita ao cumprimento de uma exigência burocrática, mas constitui uma estratégia de profissionalização, aumentando a confiança dos clientes e das autoridades contratantes. Além disso, a adequação legal permite participação em licitações públicas, projetos de infraestrutura e contratos com órgãos governamentais — oportunidades que exigem plena regularidade jurídica e técnica.

Por outro lado, os desafios impostos pela regulamentação, como o custo de seguros, a necessidade de formação técnica e o processo de autorização, podem ser obstáculos para pequenas empresas ou profissionais autônomos. Nesse sentido, é necessário que os administradores desenvolvam capacidades de gestão normativa, integrando o conhecimento legal ao planejamento estratégico, à capacitação da equipe e à busca por parcerias que viabilizem a inovação de forma sustentável.

Em suma, a legislação brasileira sobre drones configura-se como um instrumento fundamental para o desenvolvimento seguro e responsável do setor de georreferenciamento. Ao mesmo tempo em que impõe regras, também oferece um caminho para a profissionalização do mercado, incentivando práticas mais organizadas, éticas e tecnológicas. Para o administrador, esse cenário representa um campo fértil de atuação, em que a gestão eficiente da tecnologia deve caminhar lado a lado com a conformidade regulatória e a inovação.

4.2 Casos de sucesso no Brasil

Empresas como a Kgeo Engenharia, especializada em topografia de alta precisão e prestação de serviços para o setor de construção civil; Rhonnatec, responsável por soluções em projetos e regularizações, além de obras e consultoria ambiental; e TAG Arquitetura e Engenharia, possui atuação em obras e projetos com especialidade em georreferenciamento. São exemplos de como o uso de drones impulsionou a expansão dos serviços, agregando valor e aumentando o alcance geográfico de atuação.

5 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS (ESTUDO DE CASO)

5.1 Introdução

Foram analisados dados operacionais e imagens captadas pela UR Drones durante o mapeamento aéreo do terreno de área 3.326,62 m², localizado no município de Barreirinhas – MA, no bairro Santo Inácio II, próximo a vila de Atins, utilizando o DJI Mini 2. As imagens foram processadas em software fotogramétrico online “Maps4me” e “QGIS” para geração de ortofotos, modelo digital de terreno (MDT), modelo digital de superfície (MDS), modelo digital de elevação (MDE) e curvas de nível. Vale ressaltar que durante o planejamento de voo para execução da aerofotogrametria foram incluídos pontos de controle em solo capturados com a ajuda de gps RTK (Figura 2) e um bastão topográfico em campo para aumentar a acurácia do levantamento.

Figura 2 – Base GNSS RTK em campo



Fonte: UR Drones (2025)

5.2 Estudo de caso

Os resultados obtidos com o mapeamento aéreo realizado pela UR Drones em Barreirinhas - MA demonstram a eficiência e as vantagens competitivas do uso de drones no georreferenciamento. O tempo total de execução do projeto, incluindo tanto a fase de captura de dados em campo quanto o processamento das imagens, foi de apenas 1 dia. Este é um dado extremamente relevante, pois em métodos tradicionais de levantamento topográfico, um projeto de similar complexidade e área poderia levar vários dias ou até semanas para ser concluído, dependendo das condições do terreno e da equipe envolvida.

A agilidade na entrega dos resultados é um diferencial que permite às empresas atenderem a prazos mais apertados e aumentarem sua capacidade produtiva. A precisão alcançada no levantamento foi de um erro médio de 11 cm (Figuras 3 e 4). Para o propósito específico de um pré-projeto de engenharia, como o de construção de um condomínio, essa margem de erro é perfeitamente aceitável e suficiente. A capacidade de obter dados com essa acurácia em um curto espaço de tempo e com menor custo é um dos grandes atrativos da tecnologia de drones.

Figura 3 – Relatório do levantamento 1

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística						
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)						
Sumário do Processamento do marco: 3487255						
Inicio: AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/05/06 19:39:47,00					
Fim: AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2025/05/06 20:37:06,00					
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO					
Observação processada:	CÓDIGO & FASE					
Modelo da Antena:	CHCIT3+ NONE					
Órbitas dos satélites:¹	RÁPIDA					
Frequência processada:	L3					
Intervalo do processamento(s):	1,00					
Sigma² da pseudodistância(m):	5,000					
Sigma da portadora(m):	0,010					
Altura da Antena³(m):	1,820					
Ângulo de Elevação(graus):	10,000					
Resíduos da pseudodistância(m):	0,85 GPS 0,66 GLONASS					
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,72 GPS 0,93 GLONASS					
Coordenadas SIRGAS						
Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC	
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) ⁴	-2° 35' 17,1771"	-42° 45' 01,5967"	-19,64	9713712.894	750130.127	-45
Na data do levantamento ⁵	-2° 35' 17,1677"	-42° 45' 01,5997"	-19,64	9713713.183	750130.034	-45
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,004	0,016	0,014			
Coordenada Altimétrica						
Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA					
Fator para Conversão (m):	-22,98			Incerteza (m):	0,11	
Altitude Normal (m):	3,34					
Precisão esperada para um levantamento estático (metros)						
Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências			
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico		
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040		
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018		
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010		
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008		

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

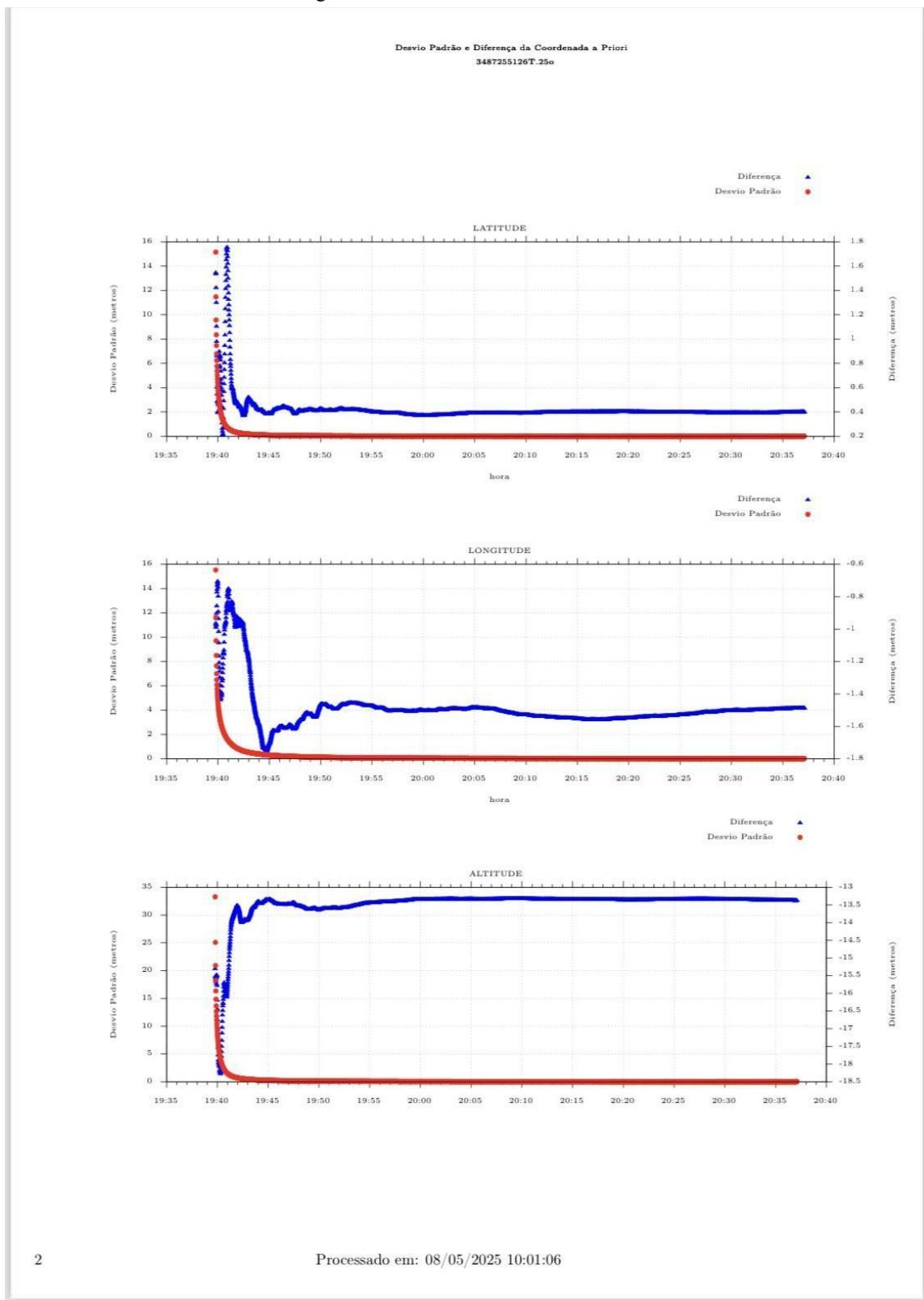
Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário.
Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181.
Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan)

Processamento autorizado para uso do IBGE.

1 Processado em: 08/05/2025 10:01:06

Fonte: IBGE (2025)

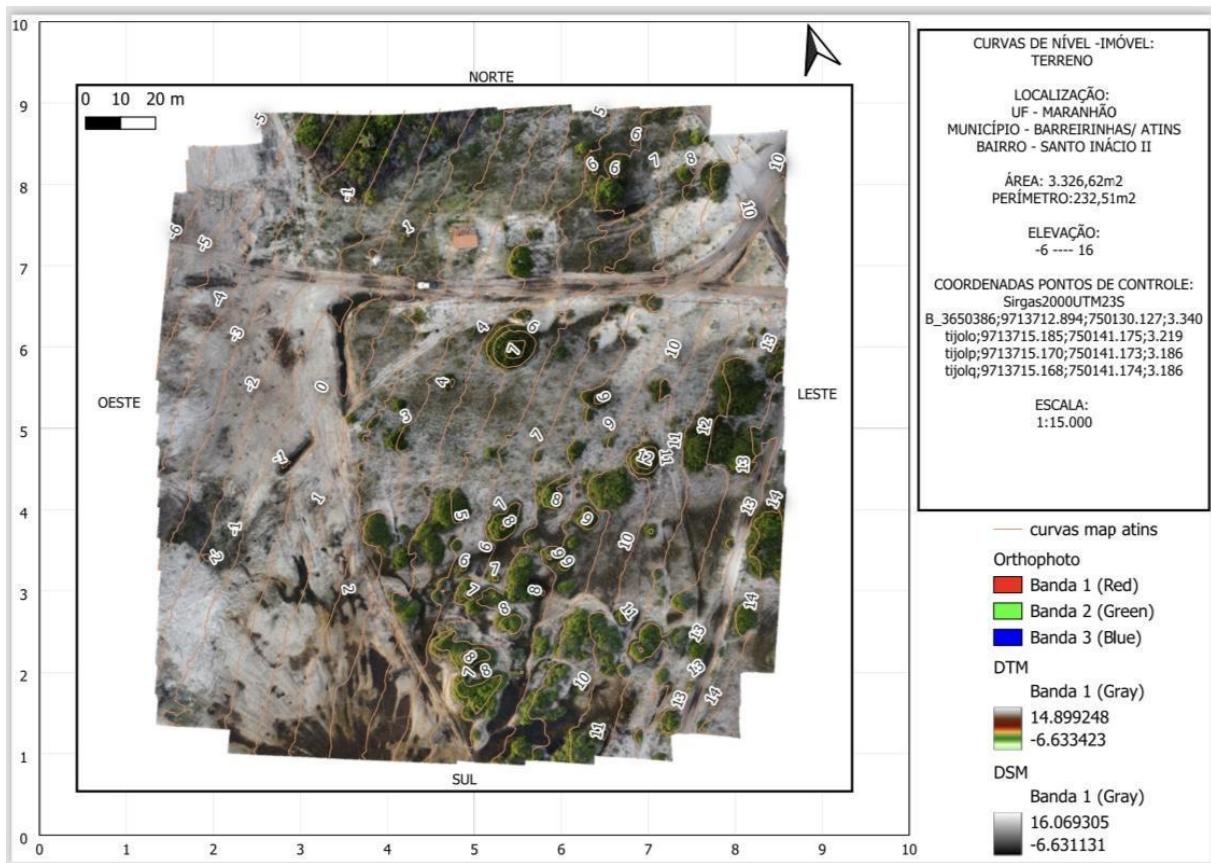
Figura 4 – Relatório do levantamento 2



Fonte: IBGE (2025)

Além disso, a redução de custos estimada foi de aproximadamente 50% em relação aos métodos tradicionais. Essa economia substancial se deve à menor necessidade de mão de obra em campo, à rapidez na coleta de dados e à automação de parte do processo de pós-processamento, o que impacta diretamente a viabilidade econômica dos projetos. Os produtos entregues ao cliente foram abrangentes e de alta qualidade, incluindo uma ortofoto em alta resolução, curvas de nível detalhadas (Figura 5), modelagem 3D do terreno e fotos do local. A ortofoto de alta resolução oferece uma visão aérea georreferenciada e sem distorções, essencial para o planejamento e visualização do projeto.

Figura 5 – Planta A4 das curvas de nível



Fonte: UR Drones (2025)

As curvas de nível permitem a análise do relevo e do escoamento de água, fundamentais para o projeto de engenharia. A modelagem 3D proporciona uma representação tridimensional precisa do terreno, facilitando a visualização e o design do condomínio. As fotos do local, por sua vez, complementam os dados técnicos com informações visuais contextuais. A combinação desses produtos oferece um pacote completo de informações geoespaciais que atende às necessidades do cliente de forma eficiente e inovadora, validando a eficácia do uso de drones em projetos de georreferenciamento.

5.3 Discussão dos resultados

Os resultados obtidos no estudo de caso da UR Drones em Barreirinhas - MA corroboram de forma contundente com a literatura revisada, reforçando a premissa de que o uso de drones no georreferenciamento é uma ferramenta transformadora. A redução significativa do

tempo de execução do projeto para apenas um dia, em contraste com os métodos tradicionais, alinha-se perfeitamente com as discussões sobre a agilidade e eficiência proporcionadas pelos VANTs (CARTAGEO, 2025). Essa otimização temporal não apenas acelera a entrega de projetos, mas também permite que as empresas assumam um volume maior de trabalho, aumentando sua capacidade produtiva e, consequentemente, seu potencial de crescimento.

A precisão alcançada, com um erro médio de 11 cm, mesmo sendo suficiente para o pré-projeto de engenharia, demonstra a capacidade dos drones de fornecer dados com alta acurácia, conforme destacado na literatura sobre aerofotogrametria e GPS RTK (MOREIRA, 2018) A integração de pontos de controle em solo, como realizado pela UR Drones, é uma prática que a literatura valida como essencial para garantir a fidelidade dos dados e minimizar erros, elevando a qualidade dos produtos geoespaciais gerados. A economia de custos estimada em 50% em relação aos métodos convencionais é um achado que ressoa com as vantagens econômicas da adoção de drones, conforme discutido no capítulo 3, que aborda os benefícios da adoção de drones para as empresas (ORTOPIXEL, 2021).

Essa redução de custos operacionais torna os serviços de georreferenciamento mais acessíveis e competitivos, ampliando o mercado potencial para as empresas que investem nessa tecnologia. Além dos benefícios operacionais e econômicos, o estudo de caso da UR Drones ilustra como empresas de pequeno porte podem atuar de forma altamente competitiva no mercado, utilizando tecnologia acessível como o DJI Mini 2. Isso desafia a percepção de que apenas grandes corporações podem se beneficiar de inovações tecnológicas, demonstrando que a democratização do acesso a drones e softwares de processamento permite que negócios menores ofereçam serviços de ponta.

A capacidade de gerar produtos de alta qualidade, como ortofotos em alta resolução, curvas de nível e modelagem 3D, em um curto espaço de tempo e com custos reduzidos, posiciona a UR Drones como um exemplo de modernização e adaptação estratégica. A discussão dos resultados à luz da literatura não apenas valida as tendências observadas, mas também fornece um caso prático que exemplifica a revolução que os drones estão promovendo no setor de georreferenciamento, impulsionando o crescimento e a modernização de empresas de todos os portes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou de forma inequívoca que o uso de drones está promovendo uma verdadeira revolução no setor de georreferenciamento no Brasil. Os principais achados da pesquisa, embasados tanto na revisão da literatura quanto no estudo de caso da empresa UR Drones, confirmam que essa tecnologia é um vetor de transformação, tornando os serviços mais ágeis, econômicos e precisos. A capacidade de coletar dados geoespaciais com alta resolução e em tempo reduzido, aliada à automação de processos, resulta em ganhos significativos de produtividade e eficiência operacional.

As empresas que adotam drones conseguem otimizar seus fluxos de trabalho, reduzir custos e entregar produtos de maior qualidade aos seus clientes, o que se traduz em um diferencial competitivo substancial no mercado. O estudo de caso da UR Drones ilustra de maneira prática como é possível crescer e se modernizar no setor de georreferenciamento com investimentos moderados em tecnologia e capacitação. A experiência da empresa em Barreirinhas - MA, ao realizar um mapeamento aéreo com o DJI Mini 2, evidenciou a viabilidade de obter resultados precisos e em tempo recorde, mesmo com equipamentos de custo mais acessível.

Isso desmistifica a ideia de que apenas grandes corporações podem se beneficiar da tecnologia de drones, abrindo portas para pequenas e médias empresas que buscam inovação e

competitividade. A agilidade na entrega de produtos como ortofotos, curvas de nível e modelagem 3D, aliada à redução de custos operacionais, posiciona os drones como uma ferramenta indispensável para o futuro do georreferenciamento. A síntese desses achados reforça a importância estratégica da adaptação tecnológica e da busca por soluções inovadoras para a sustentabilidade e o sucesso das empresas no cenário atual, cada vez mais dinâmico e exigente.

A principal limitação foi a análise de apenas um estudo de caso, o que pode restringir a generalização dos resultados. Além disso, fatores climáticos e regulatórios não foram profundamente abordados. Sugere-se a realização de estudos comparativos entre diferentes regiões do Brasil, bem como a análise dos impactos econômicos e ambientais da aplicação de drones em larga escala.

REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). RBAC-E nº 94 – Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Brasília, 3 de abril de 2023
2. AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Certificação de Produtos para Comunicação por Rádio.** 17 de novembro de 2020.
3. BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. **Regulamento para drones (RBAC-E nº 94),** 2020.
4. CAMARGO, P. O.; MONICO, J. F. G. Posicionamento por satélite: GPS, GLONASS, Galileo e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos, 2021.
5. CAMPOS, J. L.; OLIVEIRA, G. **Geotecnologias aplicadas ao planejamento urbano.** São Paulo: Oficina de Textos, 2021.
6. CARTAGEO, CLÁUDIO. **Mapeamento aéreo VANT como Revolução na Geolocalização.** 25 de maio de 2025.
7. CRA-RJ. **Empreendedorismo, startups e tecnologia são sinônimos da Administração.** CRA-RJ PLAY, R. Professor Gabizo – 197 - Tijuca, Rio de Janeiro, 26 de julho de 2017.
8. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). SARPAS NG – Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo por Drones. Rio de Janeiro, 3 de julho de 2023
9. DJI. Quem somos <https://ag.dji.com/pt-br/about-us>. Jul. 2025.
10. GONÇALVES, J. A.; HENRIQUES, R. A. **Topografia Aplicada à Engenharia.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2019.
11. MOREIRA, M. A. **Geoprocessamento: princípios, tecnologias e aplicações.** 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.
12. ORTOPIXEL. GEORREFERENCIAMENTO, MAPEAMENTO, MEIO AMBIENTE. **Georreferenciamento com drone: o guia completo.** Salvador, 17 de setembro de 2021.
13. TEIXEIRA, J. L. **Introdução à fotogrametria com drones.** Curitiba: InterSaber, 2020.

14. WILSON, D. M. Drones na Engenharia e na Topografia. Revista MundoGEO, ed. 98, 2022.