



FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS

**ESTUDO E ANÁLISE DA DECLIVIDADE UTILIZANDO
AEROLEVANTAMENTO DO BAIRRO BOM PASTOR NO MUNICÍPIO
DE RAUL SOARES - MG**

ACADÊMICOS: PEDRO GENUINO DE SANTANA JUNIOR
WENDER DE SOUZA REZENDE.

**BELO HORIZONTE
2023**

**PEDRO GENUINO DE SANTANA JUNIOR
WENDER DE SOUZA REZENDE**

**ESTUDO E ANÁLISE DA DECLIVIDADE UTILIZANDO
AEROLEVANTAMENTO DO BAIRRO BOM PASTOR NO MUNICÍPIO
DE RAUL SOARES - MG**

Trabalho de Conclusão de curso –TCC – do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Faculdade Minas Gerais – FAMIG, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: *MSc.* Diego de Jesus Queiroz Rosa

Linha de pesquisa: Aerofotogrametria.

**BELO HORIZONTE
2023**

**PEDRO GENUINO DE SANTANA JUNIOR
WENDER DE SOUZA REZENDE**

**ESTUDO E ANÁLISE DA DECLIVIDADE UTILIZANDO
AEROLEVANTAMENTO DO BAIRRO BOM PASTOR NO MUNICÍPIO
DE RAUL SOARES - MG**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de BACHAREL EM CARTOGRAFIA E DE AGRIMENSURA e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Faculdade Minas Gerais – FAMIG, Campus Belo Horizonte – MG.

APROVADO EM XX DE DEZEMBRO DE 2023

BANCA EXAMINADORA:

Diego de Jesus Queiroz Rosa (Orientador)

Mestrado Profissional em Processos Construtivos, Graduado em Engenharia Civil, Professor do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia da FAMIG.

Carlos Henrique Passos Mairink

Doutor em Direito, Graduado em Direito, Professor do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartografia da FAMIG.

Marconi Lacerda Pires

Mestrado em Engenharia e Gestão de processos e Sistemas, Graduado em Engenharia de Produção, Professor do Curso de Engenharia de Cartografia e Agrimensura da FAMIG.

**BELO HORIZONTE
2023**

AGRADECIMENTO

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Deus pelos momentos difíceis durante o curso e que nunca me deixou desanimar para que esta pesquisa chegasse ao fim.

Agradecemos a todos os amigos, familiares que nos apoiaram e motivaram desde o início da graduação, especialmente as esposas Janaina Firmino e Lídia Evangelista Ferreira e nossas filhas e filhos.

A todos os professores pelo vasto conhecimento passado, em especial ao nosso Professor orientador Diego de Jesus Queiroz Rosa pela paciência.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho participando direta ou indiretamente do desenvolvimento desta pesquisa, enriquecendo o nosso processo de aprendizado. Vocês certamente contribuíram em nossa formação acadêmica.

Nosso muito obrigado!

RESUMO

REZENDE, Wender de Souza & SANTANA JUNIOR, Pedro Genuino de. **Estudo e Análise da declividade utilizando aerolevanteamento do bairro Bom Pastor no Município de Raul Soares-MG**, 31f. Monografia (Graduação Engenharia Cartografia e de Agrimensura) – Faculdade Minas Gerais - FAMIG, Belo Horizonte.

Desastres naturais ocorrem desde o surgimento do planeta Terra, e os seres humanos são constantemente afetados por essas condições. É necessário considerar as ações humanas que intervêm e alteram as condições da natureza. As atividades antrópicas ocorrem devido ao corte de terrenos inclinados e à retirada de vegetação da área para construção de casas. Na maioria das vezes, tais edificações são executadas sem o acompanhamento técnico adequado. O objetivo deste trabalho foi elaborar o mapeamento da ocupação de encostas por meio de aerolevanteamento com Drone no bairro Bom Pastor no município de Raul Soares – MG. A pesquisa foi realizada na zona Urbana da cidade de Raul Soares – MG em uma área com declividade acentuada. Para o desenvolvimento da atividade de coleta de dados foi utilizado um veículo aéreo não tripulado (VANT), que no caso é um Drone Phantom 4. Após o processamento dos dados, foram desenvolvidos relatórios descritivos e quantitativos da área analisada, foi também gerada uma ortofoto elaborada através do aerolevanteamento com o Drone, onde foi possível efetuar medidas de áreas, distâncias e ângulos, alcançando precisões como a dos mapas. Foi realizada uma pesquisa da área estudada em fotos aéreas do google Earth para os anos de 2001 e 2023 e análise da ocupação da região. Obtivemos como resultados os percentuais de declividade de 34,05%, 45,18% e 30,90%, valores superiores a 30%. Baseando com a lei Federal 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que rege sobre o parcelamento do solo urbano, conclui-se que o bairro Bom Pastor não deveria possuir nenhuma área construída. Isso interfere diretamente na aprovação de um projeto inicial de loteamento, o que não é mais o caso do bairro pesquisado, uma vez que este se encontra consolidado.

PALAVRAS-CHAVE: Aerolevanteamento, Encostas, Drone, Declividade, Ocupação.

ABSTRACT

REZENDE, Wender de Souza & SANTANA JUNIOR, Pedro Genuino de. **Study and Analysis of slope using aerial survey of the Bom Pastor neighborhood in the Municipality of Raul Soares-MG**, 31f. Monograph (Graduate Cartographic and Surveying Engineering) – Faculdade Minas Gerais - FAMIG, Belo Horizonte.

Natural disasters have occurred since the birth of planet Earth, and human beings are constantly affected by these conditions. It is necessary to consider human actions that intervene and change the conditions of nature. Human activities occur due to the cutting of sloping land and the removal of vegetation from the area to build houses. Most of the time, such buildings are carried out without adequate technical support. The objective of this work was to map the occupation of slopes using drone aerial surveys in the Bom Pastor neighborhood in the municipality of Raul Soares – MG. The research was carried out in the urban area of the city of Raul Soares – MG in an area with a steep slope. An unmanned aerial vehicle (UAV) was used to develop the data collection activity, which in this case is a Phantom 4 Drone. After processing the data, descriptive and quantitative reports were developed on the analyzed area, and an orthophoto was also generated. elaborated through aerial surveying with the Drone, where it was possible to measure areas, distances and angles, achieving precision like that of maps. A survey of the studied area was carried out using aerial photos from Google Earth for the years 2001 and 2023 and analysis of the region's occupation. We obtained slope percentages of 34.05%, 45.18% and 30.90%, values greater than 30%. Based on Federal Law 6,766, of December 19, 1979, which governs the division of urban land, it is concluded that the Bom Pastor neighborhood should not have any built area. This directly interferes with the approval of an initial subdivision project, which is no longer the case in the researched neighborhood, since it is consolidated.

KEYWORDS: Aerial survey, Slopes, Drone, Slope, Occupation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Os impactos ambientais devido ao mal planejamento urbano	9
2.2 Conceitos Básicos sobre Fotogrametria	11
2.3 Levantamento topográfico através da utilização de aerolevanteamento por Drone	13
2.4 Vantagens e Desvantagens do aerolevanteamento Topográfico com Drones:.....	15
3. METODOLOGIA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
4.1. Bairro Bom Pastor com sua ocupação no município de Raul Soares	19
4.2. Áreas com maior declividade no bairro Bom Pastor	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

Desastres naturais ocorrem desde o surgimento do planeta Terra, e os humanos são constantemente afetados por essas condições. Aqui estão alguns exemplos de tais desastres: deslizamentos de terra, inundações, erosão do solo, desertificação, entre outros. Apesar dos grandes prejuízos causados por esses acidentes, eles podem ser evitados com o uso do conhecimento científico, planejamento e gestão política (SANTOS, 2015).

Neste contexto, é fundamental considerar as ações humanas que interferem e alteram as condições naturais. As ações antrópicas decorrentes do corte abrupto do solo e retirada da vegetação do local para construção de moradias são, na maioria das vezes, realizadas de forma pouco frequente e sem conhecimento. Exposição Física ao Clima (BRASIL, 2007).

A rápida ocupação de taludes - áreas muitas vezes sensíveis à engenharia civil com características geoambientais devido aos declives acentuados e nas margens dos rios - aumenta significativamente os deslizamentos dos maciços. (BARBOSA; OLIVEIRA; ALVES, 2011).

Os acidentes causados por esses desastres naturais têm afetado, em geral, populações em situação de vulnerabilidade social. Áreas residenciais construídas em encostas íngremes muitas vezes apresentam urbanização precária, demonstrando falta de infraestrutura de serviços e outros itens essenciais para o dia a dia dos moradores. Essas áreas são classificadas como de risco de serem mais severamente afetadas quando ocorrem deslizamentos de terra. (RECKZIEGEL, 2007).

De acordo com Manfré (2015), para entender melhor esses fenômenos, o uso do geoprocessamento e do sensoriamento remoto é a principal alternativa para avaliar a situação em questão. Aliado a isso, o uso de imagens de satélite é uma poderosa ferramenta de avaliação dos territórios, pois garantem uma tomada de decisão especializada (MANFRÉ, 2015). Porém, na maioria das vezes, fontes com acesso gratuito as imagens de satélite, como o Google Earth, possuem fotografias aéreas desatualizadas. Mesmo assim, admite-se que tais imagens, mesmo as mais antigas, permitem comparações ao longo do tempo para a área pesquisada.

O levantamento topográfico com estação total ou GPS que são os métodos convencionais, também podem ser utilizados para a obtenção dos dados da área a

ser pesquisada, porém, uma grande energia, tempo e custos seriam necessários para a realização do levantamento até a finalização da coleta de dados.

Uma alternativa às limitações dos métodos de coleta de características topográficas acima descritos, prevê-se nesta hipótese a utilização de levantamentos aéreos com recurso a drones, cuja produção é essencial. Os drones têm sido considerados um dos grandes avanços tecnológicos deste momento da história da humanidade e têm mudado o mercado em vários campos. Proporciona agilidade, segurança, detalhamento, precisão, atualização e redução de custos. Permite extrair informações importantes de campos para serem utilizadas como pesquisas preliminares em projetos em diversos segmentos da engenharia, como engenharia civil, agricultura, mineração, meio ambiente, florestal, gestão pública e infraestrutura (DRONENG, 2020).

Diante do exposto, o objetivo do estudo é elaborar o mapeamento da ocupação de encostas por meio de aerolevanteamento utilizando drone do bairro Bom Pastor com declividade acentuada no município de Raul Soares – MG.

Utilizando o drone de uma forma técnica pode-se contribuir para o controle da ocupação humana incomum em áreas com declives acentuados. Além disso, eles apontam caminhos para pesquisas futuras que permitem comparações de alta precisão entre dados coletados em diferentes períodos de tempo. Essas análises, aliadas às leis de uso do solo, ajudam a prevenir futuros acidentes em determinadas encostas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Os impactos ambientais devido ao mal planejamento urbano

O território brasileiro é marcado por uma diversidade de ambientes, onde podemos notar uma grande variedade de fenômenos ambientais característicos de cada região. Tais fenômenos podem ser exemplificados como: secas, erosões, inundações e deslizamentos (KAISER, OSTO e FACCO, 2017).

Os eventos que ocorrem em todo o território são classificados como impactos ambientais, que pode ser causado por fenômenos naturais ou por meio da ação antrópica. Percebe-se que estes fenômenos atuam de forma positiva ou negativa sobre o meio ambiente (SPADOTTO *et al.*, 2011).

Os impactos ambientais não se limitam a certos aspectos dos fenômenos naturais, mas incluem também os impactos negativos causados às componentes bióticas, abióticas, econômicas, sociais e culturais. Segundo Philippi Júnior e Maglio (2017), esse conceito está condensado na relação entre as ações humanas sobre os ecossistemas, também relacionadas aos impactos das ações humanas na sociedade e na economia. Um bom exemplo é o crescimento rápido e desordenado das cidades, que tem gerado uma série de impactos ambientais.

A ocupação das encostas em áreas urbanas no Brasil é em grande parte consequência da migração para os grandes centros urbanos, portanto, é crescente a tendência dessas pessoas migrarem para a periferia e ocuparem de forma desorganizada e inapropriada (GIRÃO, CORRÊA e GUERRA, 2007).

As encostas são terrenos de fácil ocupação, como planícies e terraços ciliares, além de terrenos com declives suaves e menos adequados para instalações residenciais ou comerciais, áreas de várzeas ou declives acentuados - representam risco ocupacional - para terrenos não totalmente ocupados. As pessoas nesses locais têm como única alternativa viável a ocupação do espaço urbano (GIRÃO, CORRÊA e GUERRA, 2007).

Girão, Corrêa e Guerra (2007) argumentam que a escassez de recursos financeiros aliada à necessidade de espaços adequados para habitação tem empurrado a maioria desta população para áreas impróprias para viver, o que agrava o risco de instabilidade inerente à dinâmica destes espaços e das mudanças nas características originais da superfície terrestre, provocando assim deslizamentos, acidentes ambientais.

Como resultado, estes espaços proliferam sem um planejamento urbano adequado, geram crescimento sem diretrizes de implementação e modificam os padrões de uso do solo. Assim, criam uma ocupação urbana anormal e frenética, implicando a chamada agressão (KAISER, OSTO e FACCO, 2017).

As Nações Unidas estimam que até 2050 a população urbana aumentará 80%, o que significa que haverá cerca de 5 mil milhões de pessoas a viver nas cidades (SILVA e PIREZ, 2015). Isso leva à ocupação de áreas de risco e devido a tais situações são gerados deslizamentos de terra em áreas de encostas urbanas, o que, segundo Kaiser, Osto e Facco (2017), é um fenômeno que registra o maior número de mortes entre todos fenômenos da natureza.

“As encostas formam uma estrutura natural do terreno, nascida do impacto de forças externas e internas através de agentes geológicos, climáticos, biológicos e humanos que, ao longo do tempo, irão compor a superfície terrestre” (BRASIL, 2007, p.29).

Os deslizamentos são classificados como “movimentos de massa” e o processo ocorre através do desprendimento e transporte de solo ou rocha. Também fazem parte da formação natural da Terra e estão associadas a fenômenos naturais como as mudanças climáticas (FARIA, 2006).

Deslizamentos ou deslizamentos de terra são movimentos de solo e rochas que ocorrem em superfícies danificadas. Quando a superfície de fratura é curvada na direção superior (em forma de colher) com rotação em um material com superfície uniforme, o movimento da massa é classificado como deslizamento. Quando um deslizamento ocorre em uma superfície relativamente plana e envolve solo mais raso, ele é classificado como deslizamento translacional (FARIA, 2006).

No Brasil, os deslizamentos de terra são um desastre anual e as principais áreas afetadas são os subúrbios. A expansão territorial aliada à criação de assentamentos irregulares em terrenos inclinados é a principal causa do aparecimento deste fenômeno. Os principais danos causados pelos deslizamentos são mortes, perda de moradias e danos sociais (MENDONÇA, 2013).

O Brasil (2007) classifica deslizamentos e deslocamentos como o movimento de massa (solo, rocha) devido ao impacto da gravidade, o principal fator causador deste fenômeno é a infiltração de águas pluviais e a atividade do Homem, alterando a forma natural do terreno durante o processo de construção: obras de construção, aterros, escavações e outras obras.

2.2 Conceitos Básicos sobre Fotogrametria

Segundo ASP (1966), a fotogrametria é uma arte, uma ciência com tecnologia de obter informações de qualidade sobre os objetos e meio ambiente com o uso de processos de medições, registros e interpretações de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética cadastrados.

A fotogrametria pode ser utilizada em diversos estudos e análises do espaço, bem como eventos naturais podem ser observados e analisados. Para a realização da fotogrametria utilizando um avião, tem-se necessário a organização das fotos

através do tempo cronometrado, sendo que cada parte da superfície terrestre é fotografada mais de uma vez (TEMBA, 2000).

De acordo com Temba (2000), os ajustes das fotografias captadas durante o voo podem ser realizados através de projetores cujas posições e altitudes sofram ajuste de maneira a restabelecer a posição e altitude da câmara no momento da captura da foto. Utilizando a interseção de raios homólogos de luz, a posição e a interseção de cada ponto podem ser configuradas em cada modelo.

A fotogrametria pode ser dividida em duas partes: A fotogrametria interpretativa e a fotogrametria métrica. A fotogrametria interpretativa tem como objetivo o reconhecimento e identificação de objetos e a classificação do seu significado, utilizando uma análise sistemática e cuidadosa de fotografias. Conceitua-se a interpretação de fotos como a análise de imagens fotográficas com o objetivo de identificar objetos e elementos e determinar sua significância (Temba, 2000).

Na fotogrametria interpretativa pode ser usadas várias técnicas de exames de fotos como por exemplo Foto-leitura, Foto-análise e Foto-dedução, são técnicas independentes que são aplicadas a diferentes e crescentes graus de complexidade (Temba, 2000).

Foto-leitura, esta técnica é antes de tudo, o reconhecimento direto de objetos feitos pelo homem e de características comuns do terreno. Ela refere-se à visão vertical de, por exemplo: construções, trabalhos de engenharia, campos cultivados, riachos, florestas e formações do terreno. Normalmente este processo não precisa do estereoscópio e é a técnica de interpretação mais simples.

Foto-análise, é a técnica de examinar o objeto através da separação e distinção de suas partes componentes. A aplicação deste processo para várias características da fotografia representa a foto-análise. Em termos de classificação da terra, o objetivo principal é o de identificar estereoscopicamente as várias unidades do terreno e delinear todas as áreas homogêneas que indicam diferenças nas condições do solo. Cada área homogênea é metodicamente analisada e comparada às outras. Áreas similares recebem símbolos iguais.

Foto-dedução é a mais adiantada e complexa das técnicas interpretativas. Ela inclui todas as características da foto-leitura e ainda uma avaliação da estrutura geomorfológica da área, os processos responsáveis por sua formação e o estágio de seu desenvolvimento. Ela inclui também, um exame detalhado de todos os outros elementos da foto aérea e uma cuidadosa avaliação dos mesmos. O estudo da imagem ou modelo estereoscópico pode levar a deduções relativas a elementos ocultos. Porém, o único método eficiente em relação ao uso do material fotográfico aéreo para fins de classificação do solo e uso da terra, seria uma combinação de análises de fotos aéreas e um sistema planejado de verificação no campo (TEMBA, 2000, p.3-4).

A fotogrametria métrica consiste na leitura das medições das fotos e outras fontes de informação com a finalidade de determinar, de uma maneira mais precisa possível, o posicionamento relativo de pontos. As técnicas utilizadas para os processos de fotogrametria métrica são: distâncias, áreas, ângulos, volumes, elevações, tamanhos, formas e análises de cartas planimétricas e altimétricas, mosaicos, ortofotos e demais subprodutos das fotografias utilizadas (Temba, 2000).

2.3 Levantamento topográfico através da utilização de aerolevanteamento por Drone

O meio ambiente e a sustentabilidade têm passado por processos nocivos e sem a conscientização de todos os setores da sociedade não haverá futuro viável para todos. Hoje, continuamos a enfrentar problemas ambientais de vários tipos e intensidades que ameaçam a nossa existência a longo prazo na Terra (MARQUES NETO, 2005).

A construção civil é um campo em constante transformação. Para se manter competitiva no mercado, a empresa tem buscado alternativas eficazes para aumentar a produção e a qualidade da prestação de serviços. Para isso, são necessárias ferramentas que possibilitem um melhor gerenciamento das operações, garantindo espaço e segurança ideais (NASCIMENTO, GONÇALVES, CINTRA, 2017).

Devido à evolução humana, algumas tecnologias foram melhoradas ou completamente substituídas. No caso da engenharia, é improvável que um método seja completamente substituído e eventualmente melhorado. Percebe-se que o levantamento topográfico está a cada dia com recursos tecnológicos com grande precisão como por exemplo o levantamento via Drone ou melhor o aerolevanteamento (BERGENS, 2018).

Em cada projeto é aconselhável analisar todas as possibilidades de execução das atividades e equipamentos disponíveis, além de considerar custos de implantação, tempo equipe, disponibilidade de documentação e facilidade de preparação da pesquisa, você pode explorar isso dentro da estrutura de um projeto para tomar uma decisão mais sólida sobre o melhor método a ser usado (BERGENS, 2018).

No campo da topografia, considera-se prática comum a utilização de drones para pesquisa de dados com baixo custo inicial e resposta rápida em comparação

com outros levantamentos topográficos, como é o caso mais comum, a utilização de um dispositivo denominado central telefônica, coletando assim dados com mais precisão do que um drone (BERGENS, 2018).

Os drones estão ocupando cada vez mais espaço em diversos setores comerciais e industriais, bem como em diversos tipos de construção civil trazendo novas possibilidades para o campo da topografia (JESUS et al., 2016).

Neste contexto, estão surgindo os veículos aéreos não tripulados – VANTS ou aeronaves remotamente pilotadas (RPA), também conhecidos como drones, tais aeronaves são programadas para realizar voos sem piloto a bordo, adaptadas para prestar suporte técnico em diversas atividades de construção de forma rápida, eficiente, acessível, de baixo custo e segura (NASCIMENTO, GONÇALVES E CINTRA, 2017).

Lins (2019) afirma que eles podem voar de forma automática, semiautomática ou manual, controlados por um piloto em solo, por meio de controle remoto, onde o piloto deve realizar o planejamento de todo o processo do voo.

Os VANTS se dividem em duas categorias: os de asa fixa e os multirrotores. Os de asa fixa mais conhecidos como aviões, ou aeroplanos têm esta definição pois necessitam de menor energia para se manter no ar, pois seus pares de asas são semelhantes às de um avião e a sua sustentação é maior e, com isso, gera-se maior autonomia no voo. Nesta aeronave a sustentação ocorre devido a conversão de movimento de avanço da aeronave em reações aerodinâmicas. Já os multirrotores decolam verticalmente e possuem maior facilidade em sobrevoar áreas mais restritas espacialmente, além da capacidade de sobrevoar com baixas velocidades e ficar completamente parado no ar, dessa forma são inúmeras as aplicações deste tipo de equipamento (BORGES *et al.*, 2017).

Para os aspectos de planejamento e execução de obras de engenharia, os drones se destacam pela ampla gama de aplicações. Para monitoramento de áreas urbanas e execução de trabalhos, os drones multirrotores apresentam como principal vantagem a eficiência aliada aos baixos custos de geração de dados, além da precisão dos dados obtidos (BORGES et al., 2017).

No Brasil, os drones são regulamentados pela Autoridade Nacional de Aviação Civil – ANAC, o que complementa os padrões de operação de drones estabelecidos pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Autoridade de Telecomunicações do País (ANATEL). Os critérios de categoria estão

sujeitos a diferentes classificações, de acordo com as respectivas limitações de tamanho, peso ou restrições de área de operação, incluindo raio de operação e tempo de voo (OLIVEIRA, 2017).

O voo é realizado por drone com o objetivo de obter cobertura fotográfica aérea do terreno, o levantamento do terreno será realizado por meio de fotogrametria. “Fotogrametria é a ciência ou tecnologia que consiste na coleta segura de informações sobre objetos físicos e o meio ambiente, por meio dos processos de registro, medição e interpretação de imagens fotográficas” (FONTES, 2005, p.3).

A fotogrametria com drone é uma fotografia da superfície terrestre tirada por um drone utilizando uma câmera convencional digital ou infravermelha, fornecendo a localização real da área e todas as suas características e precisão adequadas (SILVA, TOONSTRA, SOUZA e PEREIRA, 2014).

Nesse tipo de levantamento topográfico a técnica pode ser aplicada em atividades de mapeamento, planejamento, desenvolvimento e gerenciamento de projetos, bem como melhorar em muito o tempo de realização do projeto (LIMA, THOMAZ, SEVERO, 2010).

Segundo Borges (2017), todos esses avanços tecnológicos também representam grandes possibilidades econômicas para o mapeamento de pequenas áreas, o que é feito a partir de dados coletados por motorista de aeronave, quando os equipamentos e softwares necessários estão disponíveis. Comparar levantamentos aéreos usando drones com levantamentos aéreos convencionais alcança melhores resultados, como redução do tempo de processamento, redução de pessoal e segurança real.

2.4 Vantagens e Desvantagens do aerolevanteamento Topográfico com Drones:

A técnica de levantamento topográfico utilizando um veículo aéreo é uma técnica antiga, mas nos últimos anos, ocorreram muitas inovações significativas com a incorporação de novas tecnologias, dentre elas, o uso de drones. Afinal de contas o drone, conhecido como Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), proporciona ao engenheiro agrimensur uma inovação e revolução para a topografia, trazendo e oferecendo várias vantagens, porém, também algumas desvantagens (Mohan et al., 2017).

Dentre as vantagens pode-se destacar a Eficiência e Rapidez, para o levantamento topográfico com o uso de drones, traz a possibilidade de coletar dados de uma grande área em um curto período de tempo, tornando o processo mais eficiente do que os métodos tradicionais, sendo atualmente bem utilizado no mundo todo (Mohan et al., 2017). Vemos uma redução de custos, pois em comparação com outras técnicas de levantamento topográfico tradicionais, como aquelas que utilizam aeronaves tripuladas, utilizando os drones normalmente apresentam custos operacionais mais baixos (Whitehead & Hugenholtz, 2014).

Ainda sobre as vantagens não podemos deixar de falar sobre a acessibilidade, que os drones podem acessar áreas difíceis ou perigosas sem expor o operador a riscos, trazendo segurança em levantamentos topográficos em determinados locais e regiões, o que seria complicado com métodos convencionais (Colomina & Molina, 2014). E a alta resolução que as câmeras que são acopladas aos drones são capazes de produzir imagens de alta resolução, melhorando muito o entendimento do trabalho no levantamento topográfico, que garante detalhes precisos no levantamento (Tonkin & Midgley, 2016).

Como nem tudo nesta vida são flores, o levantamento topográfico através de drones possui desvantagens, podemos falar sobre as restrições legais, que em muitos países por exemplo o uso de drones é regulamentado, sendo necessário que o aparelho realize um cadastro e tenha um registro para ser utilizado, o que pode limitar ou dificultar seu uso em determinadas áreas ou altitudes (Barnes et al., 2016). Ainda o levantamento sofre com as condições climáticas, que em muitas situações devem ser analisadas, pois os drones são sensíveis às condições meteorológicas. Chuvas, ventos fortes ou neblina podem comprometer a coleta de dados ou até mesmo impedir o voo (James & Robson, 2014).

Temos ainda que pensar sobre ser um aparelho que utiliza a bateria, portanto a autonomia de voo de um drone é limitada pela duração de sua bateria, para isso o operador deve planejar bem o seu voo, o levantamento topográfico sem pensar na autonomia da bateria pode restringir a extensão do levantamento em uma única operação (Harwin & Lucieer, 2012). A precisão do levantamento por drone vai depender também da qualidade do aparelho, assim os drones podem fornecer imagens de alta resolução, com uma precisão dos dados pode ser influenciada por fatores como a estabilidade do voo e a calibração dos sensores (Smith et al., 2016).

Dessa forma o levantamento topográfico com drones demonstra que é uma evolução significativa em relação aos métodos tradicionais, oferecendo vantagens como eficiência, redução de custos e acessibilidade. Porém, não se pode deixar de citar que existe as suas desvantagens, como restrições legais e limitações técnicas. A escolha de usar drones deve ser baseada em uma avaliação cuidadosa das necessidades do projeto e das condições operacionais e ser determinada pelo engenheiro agrimensor (Colomina & Molina, 2014).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso será realizado em um bairro com declividade acentuada no município de Raul Soares – MG. De acordo com o IBGE Cidades (2022), a cidade possui população de 23.423 habitantes. A principal fonte da economia são os comércios locais, funcionalismo público e a produção agropecuária. Em relação aos objetivos propostos no trabalho, a pesquisa é de caráter explicativa, já que tenta explicar a ocorrência de determinado fenômeno, com a finalidade de conectar as ideias e fatores identificados para compreender as causas e efeitos dos fenômenos (GIL, 2010).

Para a realização da coleta de dados que ocorrerá em outubro de 2023 utilizando um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), que para o presente trabalho será um *Drone Phantom 4* (Figura 1). Esse aparelho é indicado para uso profissional, alcança até 8 km de distância e 0,5 Km de altura.



Figura 1: Drone Figura 1: Phantom 4 utilizado na coleta de dados.
Fonte: Os autores (2023).

O presente aparelho da Figura 01 tem a capacidade de gravar vídeos em 4K, sendo capaz de reconhecer, desviar e seguir objetos. É controlado por um aplicativo (DJI, 2023), que foi usado em um *celular Iphone 13 Pro da marca Apple* interligado ao controle remoto (*Joystick*) do drone, conectado a uma frequência de rádio.

Para uma análise mais adequada será realizada uma comparação entre imagens do *Google Earth* para estabelecer um comparativo da ocupação do bairro em um intervalo de tempo adequado.

Será realizada uma comparação entre outras imagens do *Google Earth* para estabelecer um comparativo da ocupação do bairro em um determinado intervalo de tempo.

Pacheco (2018) realizou pesquisas em encostas de dois bairros em Campos de Jordão (SP) com objetivos de mapear a áreas suscetíveis a deslizamentos. Ele utilizou de uma metodologia com instrumentos combinados, entre eles o modelo matemático *Shalstab*, onde imagens de alta resolução espacial e temporal do sistema sensor *WorldView-2* e outras técnicas de mineração de dados (*Data Mining*)

De acordo com Droneng (2020), são inúmeras as possibilidades que o *drone* tem na coleta de dados, dando uma maior rapidez, segurança, precisão, qualidade e viabilidade econômica. Além disso, para o estudo, utilizará o aplicativo *Map Pilot*, com a finalidade de oferecer uma vantagem na automatização e obtenção das aerofotografias.

Após as imagens coletadas, será processada através do *software Agisoft PhotoScan*, onde ele realiza o processamento fotogramétrico das imagens obtidas no aerolevanteamento, integrando os dados obtidos de pontos de controle e de imagens para gerar modelos ajustados de terreno, superfície e o ortomosaico.

Todo este processo de georreferenciamento do grupo das ortoimagens processadas dará origem à foto única chamada de ortomosaico ou ortofoto. Deste ortomosaico serão avaliados os seguintes pontos: percentual de declividade, percentual de construções, área não construída e ação antrópica.

Após todo o processamento dos dados serão gerados relatórios descritivos e quantitativos da área pesquisada. Os dados foram apresentados de forma descritiva, por meio de tabelas e de figuras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Bairro Bom Pastor com sua ocupação no município de Raul Soares

O Município de Raul Soares localiza-se na Zona da Mata Mineira e possui uma área territorial de 763,364 km² (IBGE CIDADES, 2022). Sua densidade demográfica, tendo como referência a população estimada, em 2022, de 23423 habitantes, é de 30,68 hab/km². O município é cortado por dois rios, o Matipó e o Santana; onde possui várias áreas de APP e regiões de pasto para gado e, ao longo do tempo, observou-se aumento da construção civil no centro, nas áreas mais planas, e para áreas um pouco afastadas do centro a construção de novos bairros com várias encostas.

Portanto, o Município está em processo de crescimento devido aos investimentos na construção civil devido a falta de espaços próximos ao centro e também devido a expansão comercial, gerando cada vez mais migração para a sua área urbana. Pode-se perceber um discreto crescimento da área de uma encosta no bairro Bom Pastor no ano de 2001 conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2: Bairro do Município pesquisado, ano de 2001.

Fonte: *Google Earth Pro.*

Pode-se perceber que a concentração de construções ocupando as encostas da área urbana no bairro estudado era bem pequena no ano de 2001, conforme Figura 2, percebe-se que ainda existia áreas de pastagem ocupando grande parte do bairro estudado, com pouca ação do homem no local. Já para a Figura 3 nos permite observar o crescimento significativo do número de domicílios em comparação com a Figura 2.



Figura 3: Bairro do Município pesquisado, ano de 2023.
Fonte: *Google Earth Pro*.

Nesta imagem aérea, representada pela Figura 3, do ano de 2023, evidencia-se a aceleração da expansão da construção civil para as áreas de encostas. Nas últimas décadas, em virtude do crescimento populacional e dos investimentos e da expansão comercial, observou-se o aumento do número de pequenas empresas de médio porte.

Em Raul Soares em virtude de não possuir muitas áreas planas, a cidade teve como necessidade ocupar áreas de encostas, muitas das vezes tais encostas não foram projetadas para tal crescimento, nem seguiu regras. Tal expansão ocorreu, principalmente, nas áreas com maior declividade, como pode-se observar pelo aumento da construção civil na Figura 3 em comparação com a Figura 2. Dessa forma, o ambiente urbano central já não possui grande área plana e já se encontrava praticamente toda construída, além de existir supervalorização dos imóveis nessa região.

Com o objetivo a ser alcançado do trabalho acadêmico e com uma melhor visualização do mapeamento da ocupação da encosta no bairro pesquisado foi gerada a ortofoto ou ortomosaico, que possibilitou chegar aos resultados apresentados neste estudo (Figura 4).



Figura 4: Ortofoto do Bairro com as delimitações dos intervalos pesquisados. Destacado em azul altitude (i) 324 a 367, verde altitude (ii) 342 a 394 e vermelho altitude (iii) 369 a 400.

Fonte: Os autores.

De acordo com Panizza e Fonseca (2011), uma ortofoto é uma representação fotográfica de uma região da superfície terrestre em que todos os elementos exibem a mesma escala, sem erros e deformações, com a mesma validade de um plano cartográfico, isto é, representadas em uma projeção ortogonal sem efeitos de perspectiva, pela qual é possível realizar medições exatas.

Portanto, a partir da ortofoto gerada por meio do aerolevanteamento com o Drone, foi possível efetuar medidas de áreas, distâncias e ângulos, alcançando precisões como as dos mapas. Portanto, no tópico seguinte, apresentam-se resultados provenientes exatamente dessas possibilidades oferecidas pelo Drone, que oportunizou que a ortofoto fosse gerada.

4.2. Áreas com maior declividade no bairro Bom Pastor

Segundo Shlee (2013) as raízes vinculadas a condicionantes culturais são responsáveis pelo processo de apropriação e ocupação das encostas brasileiras. Em priori, tal processo se deu atrelado aos aspectos utilitaristas, a serviço da exploração ou da utilização produtiva dos recursos naturais, fundamentando-se no

desenvolvimento da política, da gestão e da consolidação da estrutura fundiária urbana levadas a cabo desde o período colonial.

Serras e morros desempenharam diferentes papéis na urbanização das cidades brasileiras ao longo do tempo: defesa e controle territorial, exploração mineira, atividades agrícolas e pecuárias, fornecimento de água, lenha e carvão, além de estratégias alternativas de habitação para evitar zonas de inundação (SHLEE, 2013).

Para Silva e Pires (2015), na maioria dos casos, a apropriação de terras nas encostas é acompanhada de desmatamento, deslocamento de terras, mudanças nos fluxos naturais e aumento da permeabilidade do solo. Estas situações contribuem para o surgimento de riscos sociais e pessoais para as pessoas. Dessa forma não sendo o foco deste estudo, alguns desses fatores também podem ser observados no Bairro Bom Pastor com declividade acentuada onde se realizou a pesquisa.

Pode-se perceber que uma alternativa para a população de baixa renda é loteamentos onde tem áreas com maior declividade, tais lotes tem uma valorização bem inferior comparados com lotes planos e mais próximos ao centro da cidade.

O bairro apresenta uma área total de 7,74 hectares e perímetro de 2.307 metros lineares. No estudo da declividade e da ocupação de sua encosta relacionou variáveis como a área, a distância linear, o desnível, o percentual de declividade, a área construída e a área não construída, tendo como ponto de referência as curvas de níveis compreendidas entre os seguintes intervalos de altitude (i) 323 a 367, (ii) 342 a 394 e (iii) 389 a 400.

Na Figura 5, está apresentando o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Bairro e a Figura 6 mostrando as curvas de níveis por meio de uma vista frontal. Ambas as figuras trazem os intervalos de altitude a cada 10 metros.

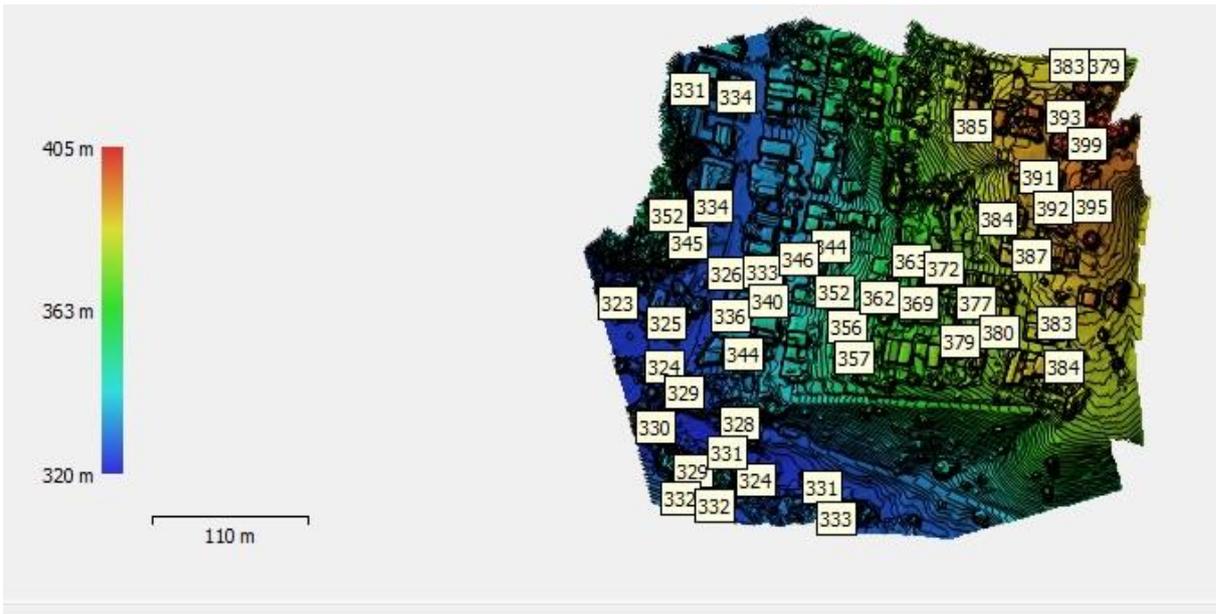


Figura 5: Modelo Digital de Elevação (MDE) do bairro pesquisado.
 Fonte: Os autores.

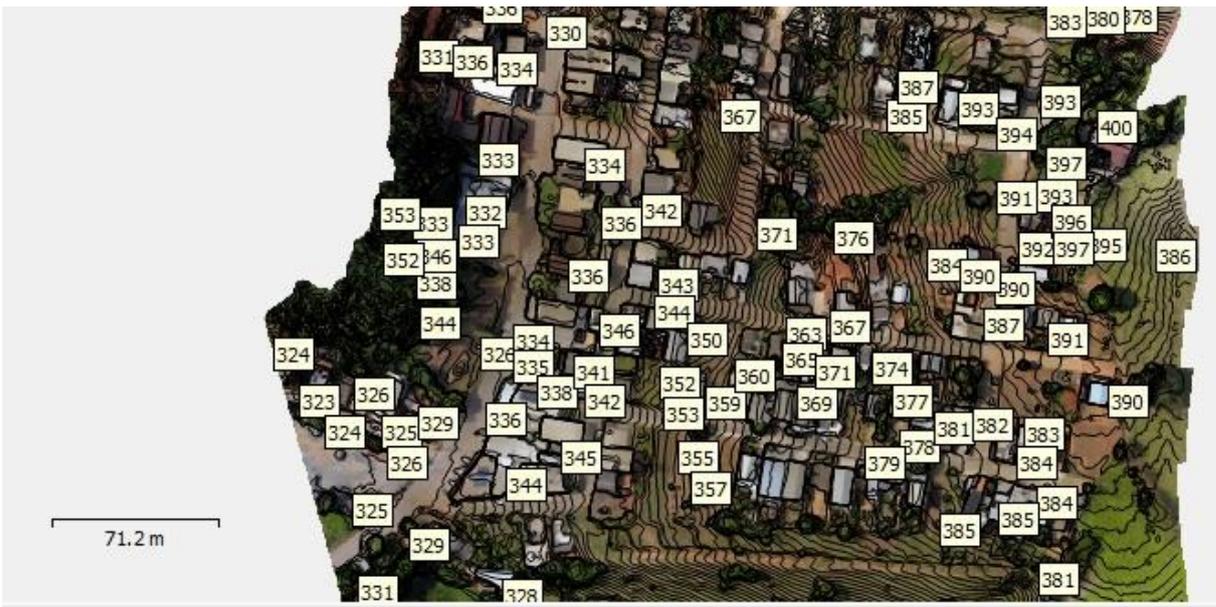


Figura 6: Curvas de níveis projetadas a cada 10 metros de altitude do bairro pesquisado.
 Fonte: Os autores.

Com a tabela 1 pode-se observar os dados relacionados à declividade e à ocupação da encosta no bairro Bom Pastor:

Tabela 1: estudo da declividade e da ocupação da encosta do bairro Bom Pastor.

Altitude (m)	Área (ha)	Diferença de nível (m)	Distância linear (m)	Percentual de declividade (%)	Área construída (ha)	Área não construída
323 a 367	2,35	44	151	34,05	1,74	0,61
342 a 394	3,50	52	187	45,18	1,85	1,65
369 a 400	1,89	31	209	30,90	0,46	1,43
TOTAL	7,74	-	-	-	4,05	3,69

Fonte: Os autores.

Para os três intervalos de altitude apontados na primeira coluna da tabela foram definidos em função da predominância de áreas construídas, uma vez que o foco da pesquisa é a ocupação das encostas.

Para o cálculo do percentual de declividade foi obtido por meio da divisão entre a diferença de nível obtida pelas curvas de níveis em relação à distância linear. Nota-se que o segundo intervalo de altitude apresentou maior percentual de declividade. Isso deve-se à existência de uma maior diferença de nível (52 m) em relação à distância linear (187 m).

Assim, observando-se a Tabela 1, pode-se inferir que o que leva o percentual de declividade do primeiro e do terceiro intervalos de altitudes terem resultados próximos é exatamente a semelhança proporcional entre essas duas variáveis.

Além das observações anteriores pode-se ainda evidenciar de forma significativa que o percentual de declividade dos três intervalos de altitude foi superior a 30%. Segundo Pacheco (2018), em sua pesquisa nos Bairros Britador e Vila Albertina na cidade de Campos do Jordão-SP — também obteve inclinações superiores a 30% em alguns pontos desses bairros e uma grande massa de edificações. O autor classificou essas áreas como inapropriadas para a construção de habitações humanas.

Aliada a isso, faz-se necessário mencionar a lei Federal 6.766, de 19 de dezembro de 1979, alterada pela Lei 9785 de 29 de janeiro de 1999, que regulamenta o parcelamento do solo urbano, isto é, os loteamentos, citando em seu artigo 3º:

Art. 3º - Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas ou de expansão urbana, assim definidas por lei municipal. Parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo: III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) salvo

se atendidas exigências específicas das autoridades competentes (Lei 6766 de 19 de dezembro de 1979).

Segundo Larcher (2018, p. 6) destaca a necessidade da leitura atenta dessa norma, já que “a partir das características do terreno e de sua localização, a atividade de parcelamento do solo pode se inviabilizar completamente, tanto sob os aspectos ambientais e urbanísticos quanto sob os aspectos econômicos”.

Assim, tendo como base a referida lei, conclui-se que o bairro Bom Pastor não deveria possuir nenhuma área construída. Isso interfere diretamente na aprovação de um projeto inicial de loteamento, o que não é mais o caso do bairro pesquisado, uma vez que este se encontra consolidado.

Pode-se ainda analisar as situações previstas no parágrafo único do artigo 3º descrito anteriormente, a legislação municipal pode definir outras vedações ou restrições de acordo com as peculiaridades locais da encosta (LARCHER, 2018).

Cada um dos três intervalos de altitude apresentou os seguintes resultados percentuais de área construída: o primeiro intervalo de altitude tem 74,04%, o segundo 52,86% e o terceiro 75,66%.

Nota-se que as áreas com altitude mais elevada são as que apresentam maior percentual de área não construída. Possivelmente, isso se deve a maior dificuldade de acesso a essa área e a maior distância do centro da cidade, sem falar que existe um custo elevado para construção nessas áreas, elevando o preço dos materiais a serem gastos e também a mão de obra.

De acordo com Pacheco (2018), com estudos em dois bairros com encostas na cidade de Campos do Jordão-SP, cidade mais desenvolvida e bem maior geograficamente que a referida Raul Soares-MG em estudo — obteve 69,5% e 67,3% de área construída nas encostas. Ele afirma que, pelo fato de essas construções estarem presentes em áreas com declividade muito alta, emergem áreas frágeis e com maior probabilidade de deslizamento de terra em épocas chuvosas.

Ainda em seu trabalho Silva e Pires (2015) apresenta uma afirmação muito significativa quando defendem que a melhor estratégia de controle da ocupação de encostas é a limitação de densidades populacionais que devem diminuir à medida que a declividade do terreno crescer. Essas densidades ideais são definidas por meio da fixação dos tamanhos mínimos dos lotes e da taxa de ocupação permitida para eles.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a organização sobre o planejamento e a execução da coleta de dados com o drone, demonstrou-se um instrumento fundamental para o mapeamento da ocupação da encosta do bairro Bom Pastor, demonstrando como principal vantagem a eficiência aliada ao baixo custo para a geração de dados.

No bairro Bom Pastor do Município de Raul Soares-MG, local onde se realizou o referido estudo está em processo de crescimento devido aos investimentos e expansão residencial e comercial, gerando cada vez mais opções para que os moradores busquem uma moradia mais próxima do centro da cidade. Portanto, a valorização da região central e o aumento da população nos últimos anos fizeram com que as áreas de maior declividade se tornassem uma alternativa ao crescimento da cidade e para construção de novas residências e comércios.

Analisando o percentual de declividade dos três intervalos de altitude da encosta do bairro pesquisado foi superior a 30%. Segundo a lei Federal 6.766, de 19 de dezembro de 1979, alterada pela Lei 9785 de 29 de janeiro de 1999, tais áreas são consideradas inapropriadas para a construção de habitações humanas. Dessa forma, tendo como base a referida lei, conclui-se que uma parte da localidade pesquisada não deveria ser autorizada para construção. E em outras áreas já construídas não deveria ter sido construídas as edificações.

Toda esta situação consiste no processo de aprovação de um loteamento de acordo com a legislação do Município, o que não é mais o caso de uma parte do bairro em questão, uma vez que este se encontra consolidado e outra parte está em pleno processo de crescimento.

Percebeu-se que a ocupação desordenada das encostas e os impactos ambientais causados por ela não serão resolvidos apenas por meio de legislações específicas, já que se trata muito mais de uma questão de legitimidade do que unicamente de legalidade.

Não existe, no âmbito municipal, uma legislação específica que aborde situações concernentes a loteamentos. Contudo, durante o período de intensas precipitações pluviométricas na região, a ausência de um adequado sistema de

drenagem, a estabilização de taludes e o escoamento das águas pluviais podem potencialmente resultar em desastres. Exemplificando esse risco, pode-se mencionar a ocorrência prévia de eventos semelhantes em outras localidades, como o caso notório de Carangola/MG, no qual o Loteamento Petrópolis e parte do Loteamento Panorama que sofreram deslizamentos de terra e casas precisaram ser demolidas (PORTILHO MATTOS, 2013).

Portanto, é imprescindível que o poder público municipal reavalie a atual legislação municipal a fim de abordar e mitigar esses riscos potenciais. Além disso, as autoridades executivas responsáveis por aprovar novos loteamentos devem ser igualmente diligentes na promoção de práticas que garantam a segurança da população de Raul Soares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY (ASP). **Manual of Photogrammetry**. 1966, 1220 p.

BARBOSA, Z. N. T.; OLIVEIRA, W. N.; ALVES, P. R. **Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de riscos estudo de caso: Angra dos Reis –RJ**. 2011. Artigo científico - Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO, Goiás, 2011.

BARNES, G. et al. (2016). The rise of the drones: a review of the regulatory environment. **Journal of Air Transport Management**, 56, 77-84. Acesso em 05 ago. 2023.

BERGENS, David dos Santos. TEIXEIRA, Niel Nascimento. **Avaliação do levantamento planialtimétrico com drone em projetos de terraplenagem**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 10, Vol. 09, pp. 15-27 outubro de 2018. ISSN:2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/terraplenagem> Acesso em: 27 ago. 2023.

BORGES, R. O.; FAZAN, A. J.; SOBRAL, L. T.; RIBEIRO, R. F. Utilização de Drones de pequeno porte como alternativa de baixo custo para caracterização topográfica da infraestrutura de transportes no Brasil. *In: XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia*, Rio de Janeiro. 2017.

BRASIL, Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília, 2007.

BRASIL. **Lei no 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm. Acesso em: 21 jul. 2023.

COLOMINA, I., & MOLINA, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 92, 79-97. Acesso em 05 ago. 2023.

FARIA, Caroline. **Deslizamento de Terra**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geologia/deslizamento-de-terra/>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

FONTES, L. C. **Fundamentos de aerofotogrametria aplicada à topografia**. Apostila de estudo. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Departamento de Transporte. Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA, 2005.

DRONENG - Drones & Engenharia. **Guia definitivo**: Tudo o que você precisa saber sobre Drones na engenharia. 2020. 30p. E-book. Disponível em: <http://conteudo.droneng.com.br/ebook-guia-definitivo-drones-na-engenharia>>. Acesso em: 06 jul. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIRÃO, O; CORRÊA, A. C. B.; GUERRA, A. J. T. Encostas urbanas como unidades de gestão e planejamento a partir do estudo de áreas a sudoeste da cidade do Recife – PE. **Revista de Geografia**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – DCG/NAPA, v. 24, n. 3, set/dez. 2007.

HARWIN, S., & LUCIEER, A. (2012). Assessing the accuracy of georeferenced point clouds produced via multi-view stereopsis from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery. *Remote Sensing*, 4(6), 1573-1599. Acesso em 05 ago. 2023.

IBGE CIDADES 2022. **Panorama**. Raul Soares. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/matipo/panorama>. Acesso em: 18.jul. 2023.

JAMES, M. R., & ROBSON, S. (2014). Straightforward reconstruction of 3D surfaces and topography with a camera: Accuracy and geoscience application. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 119(10), 1650-1667. Acesso em 05 ago. 2023.

JESUS, A. F.; VITORELLO, T.; HIRSCH, F.; MEIRELLES, E.; LUZZI, F. C.; BERGMANN, E.; TIEFENSEE, M.; SPECHT, L. P. **A utilização de drones para acompanhamento e monitoração de obras de infraestrutura rodoviária**. (Artigo Científico) -UFSM - Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

KAISER, E. A.; OSTO, J. V. D.; FACCO, D. S. Influência da ação antrópica sobre processos erosivos e solapamento de margens no Bairro Nova Santa Marta e Vila Bela Vista, Santa Maria-RS. *In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Congresso Nacional de Geografia Física*. Campinas, 2017.

- LIMA, E. M.; THOMAZ T. A. M.; SEVERO T. C. **Mapeamento aerofotogramétrico digital utilizando fotografias de médio formato.** 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Cartográfica). Universidade federal do Rio Grande do Sul. 2010.
- LINS, B. O. L. **A utilização do VANT (Drone) como alternativa para atualização de regularização urbana.** 2019. Monografia. (Graduação em Engenharia de Agrimensura) - Universidade de Alagoas. 2019.
- PORTILHO MATTOS, Lúcia. **O poder público municipal como agente modelador do espaço urbano: o caso do bairro novos tempos no município de carangola (mg).** 2013. 95 p. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2195/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2023.
- MANFRÉ, L. A. **Identificação e mapeamento de áreas de deslizamento associadas a rodovias utilizando imagens de sensoriamento remoto.** 2015. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015
- MARQUES NETO, J. C. **Gestão de resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Carlos: RiMa, 2005. 162 p.
- MENDONÇA, M. B.; MENDONÇA, M. B. Atividades socioeducativas sobre desastres associados a deslizamento de terra: estudo de caso numa comunidade em Niterói-RJ. 2013. *In: IX Fórum Ambiental da Alta Paulista.* São Paulo, 2013.
- NASCIMENTO, J. S.; GONÇALVES, B. B. T.; CINTRA, C. L. D. Otimização da segurança em canteiros de obras utilizando veículos aéreos não tripulados (VANTS) com controle de voo via arduino yun. **Acta Tecnológica** v.12, n.1, p. 64-72, 2017.
- MOHAN, M. et al. (2017). UAVs for Smart Cities: Opportunities and Challenges. *Unmanned Aerial Vehicles in Smart Cities*, 65-88. Acesso em 05 ago. 2023.
- OLIVEIRA, C. D. P. **Aplicação de veículo aérea não tripulado (VANT) para o acompanhamento executivo de uma obra de infraestrutura rodoviária.** 2017.. Monografia. (Graduação em Tecnologia da Construção civil e Estradas) - Universidade Regional do Cariri – URCA. Juazeiro do Norte. 2017.
- PACHECO, T. C. K. F. **Identificação e análise de áreas de suscetibilidade a deslizamentos de encostas em Campos do Jordão-SP utilizando o modelo *Shalstab* e imagens do *Worldview-2*.** 2018. Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Sensoriamento) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2018.
- PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; MAGLIO, Ivan Carlos. Avaliação do impacto ambiental: diretrizes e métodos. *In: PHILIPPI JÚNIOR (Org.). Saneamento, saúde e ambiental: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.* 2. ed. Barueri: Manole, 2017. p.689-732.

SANTOS, D. C. **Impactos socioambientais da ocupação do solo em áreas de risco do município de Alagoa Nova-PB**. 2015. Artigo científico (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Paraíba, 2015.

SCHLEE, M. B. Padrões e processos de ocupação das encostas em cinco cidades brasileiras: estudo comparativo da morfologia da paisagem. **Paisagem e ambiente: ensaios** - n. 32 - São Paulo. p. 33-66. 2013.

SILVA, D. C.; TOONSTRA, G. W. A.; SOUZA H. L. S.; PEREIRA, T. A. J. Qualidade de ortomosaicos de imagens de Vant processados com os softwares APS, PIX4D e photoscan. *In: V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação*. Recife-PE.2014.

SILVA, P. J.; PIRES, M. A. F. **A ocupação de encostas: um exemplo da ausência de atendimento aos domínios de estudo**. 2015. Disponível em: www.brasilengharia.com.br. Acesso em 05 ago. 2023.

SMITH, A. et al. (2016). Geospatial Technologies and Advancing Geographic Decision Making: Issues and Trends. IGI Global. Acesso em 05 ago. 2023.

SPADOTTO, A.; NORA, D. D.; TURELA, E. C. L.; WERGENES, T. N.; BARBISAN, A. O. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência – ACSA**. Joaçaba: Universidade do Oeste de Santa Catarina, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011.

TEMBA, P. **Fundamentos de fotogrametria**. Belo Horizonte - MG 2000. Disponível em: <http://csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/fotogrametria.pdf>. Acesso em 03 out. 2023.

TONKIN, T. N., & MIDGLEY, N. G. (2016). Ground control to Major Tom: the importance of fieldwork in validating remotely sensed data. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(14), 1911-1921. Acesso em 05 ago. 2023.

WHITEHEAD, K., & HUGENHOLTZ, C. H. (2014). Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 1: A review of progress and challenges. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 2(3), 69-85. Acesso em 05 ago. 2023.