



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA



UBIRAJARA PEREIRA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE DRONES COMO SUPORTE À GESTÃO DE SEGURANÇA E
INFRAESTRUTURA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

GOIÂNIA
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Ubirajara Pereira Silva

3. Título do trabalho

Utilização de drones como suporte à gestão de segurança e infraestrutura na Universidade Federal de Goiás

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Ubirajara Pereira Silva, Discente**, em 12/09/2024, às 15:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Eduardo Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 09/10/2024, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4780763** e o código CRC **94B6FDBA**.

Referência: Processo nº 23070.041892/2024-56

SEI nº 4780763

UBIRAJARA PEREIRA SILVA

Utilização de drones como suporte à gestão de segurança e infraestrutura na Universidade Federal de Goiás

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Area de concentração; Natureza e Produção do Espaço
Linha de Pesquisa: Análise Ambiental e Tratamento da Informação Geográfica.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

SILVA, UBIRAJARA PEREIRA
UTILIZAÇÃO DE DRONES COMO SUPORTE À GESTÃO DE
SEGURANÇA E INFRAESTRUTURA NA UNIVERSIDADE FEDERAL
DE GOIÁS [manuscrito] / UBIRAJARA PEREIRA SILVA. - 2024.
102 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. MANUEL EDUARDO FERREIRA.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto
de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em
Geografia, Goiânia, 2024.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, fotografias, símbolos, gráfico, tabelas, lista
de figuras, lista de tabelas.

1. veículos aéreos não tripulados. 2. vigilância. 3. Aedes aegypti. 4.
campus universitário.. I. FERREIRA, MANUEL EDUARDO , orient. II.
Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **24/2024** da sessão de Defesa de Dissertação de **Ubirajara Pereira Silva**, que confere o título de Mestre em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

Aos **vinte e seis dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e quatro**, a partir das **9:00**, na **sala Aqua do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig)**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Utilização de drones como suporte à gestão de segurança e infraestrutura na Universidade Federal de Goiás”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Manuel Eduardo Ferreira (IESA/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Leomar Rufino Alves Júnior (IFG)**, membro titular externo; Professora Doutora **Gislaine Cristina Luiz (IESA/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Manuel Eduardo Ferreira**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora aos **vinte e seis dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e quatro**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Eduardo Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 04/09/2024, às 18:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leomar Rufino Alves Junior, Usuário Externo**, em 05/09/2024, às 09:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gislaine Cristina Luiz, Professora do Magistério Superior**, em 05/09/2024, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4762516** e o código CRC **C45DA896**.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA



UBIRAJARA PEREIRA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE DRONES COMO SUPORTE À GESTÃO DE SEGURANÇA E
INFRAESTRUTURA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

GOIÂNIA
2024

UBIRAJARA PEREIRA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE DRONES COMO SUPORTE À GESTÃO DE SEGURANÇA E
INFRAESTRUTURA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental e Tratamento da Informação Geográfica.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira

GOIÂNIA

2024

FOLHA EM BRANCO PARA

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Ubirajara Pereira. **Utilização de drones como suporte à gestão de segurança e infraestrutura na Universidade Federal de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás como requisito para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira (orientador)
Universidade Federal de Goiás

Profa. Dra. Gislaine Cristina Luiz
Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Leomar Rufino Alves Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

AGRADECIMENTOS

Este é um trabalho de muitas mentes e muitas mãos, de gente que me ajudou a trilhar o caminho do mestrado com perseverança.

Nesse percurso encontrei um orientador brilhante, o professor doutor Manuel Eduardo Ferreira, que me indicou caminhos e sinalizou minhas idas e vindas na pesquisa e no desenvolvimento desta dissertação. Muitíssimo obrigado!

Agradeço aos professores e funcionários da Universidade Federal de Goiás, especialmente os que atuam no Instituto de Estudos Socioambientais, no Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento e nas Secretarias de Infraestrutura e de Segurança e Direitos Humanos, que muitas vezes atenderam minhas solicitações com gentileza e de maneira eficiente.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Geografia, sempre prontos para esclarecer dúvidas e compartilhar conhecimentos.

Meu agradecimento se estende ao Instituto Nacional de Meteorologia, à Reta Guarda Sistemas de Segurança e à Secretaria Municipal de Saúde de Goiânia, especialmente a Jucinêde Silva Oliveira de Araújo e Aparecida Gontijo da Costa.

E também às pessoas que de alguma forma me incentivaram e me ajudaram a construir uma dissertação e a concluir o mestrado: Thalia Soares Gomes, Bárbara Paiva Rodrigues e Domingos da Costa Rodrigues.

Tem mais gente nessa lista: Natalha Lucas Mesquita, João Vítor Silva Costa, Izabel Mendes, Nilvete Cardoso dos Santos, Fernanda Azevedo Silva, Geovanna Dias Oliveira, Raphael Gontijo de Lima, Rodrigo Emídio Silva, Igor Rodrigues dos Santos, Gislaine Cristina Luiz, Leomar Rufino Alves Júnior, Helci Ferreira Ramos, Daniela Vasconcelos de Oliveira, Manfred Schaitl, Valéria Cristina Pereira e Sérgio Carlos de Souza.

Obrigado a todos vocês!

RESUMO

Nas últimas décadas, a aplicação de tecnologias emergentes tem revolucionado a gestão de segurança e infraestrutura em instituições educacionais, promovendo maior eficiência nos gastos públicos e menor tempo de resposta aos usuários: estudantes, técnicos em educação, professores e comunidade acadêmica. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar algumas técnicas de sensoriamento remoto baseadas em veículos aéreos não tripulados (drones), equipados com sensores RGB e termal, visando apoiar os protocolos de segurança e manutenção física da Universidade Federal de Goiás. Assim, foram consideradas aplicações na vigilância interna, principalmente nas áreas encobertas pela vegetação, bem como na infraestrutura predial, neste caso em atenção à infiltração e acúmulo de água em telhados, potencializando a proliferação de arboviroses relacionadas ao mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, chikungunya, zika e febre amarela. O estudo foi realizado no Campus Samambaia, em Goiânia, entre os anos de 2022 e 2024, envolvendo sobrevoos com drones em áreas de vegetação densa e esparsa (para localizar pessoas no interior destes ambientes), e em prédios selecionados do *campus* para detectar obstrução de calhas, acúmulos de água e avarias nos telhados das edificações. Os drones apresentaram um bom potencial na detecção de anomalias termais em bosques esparsos (indicando a presença de seres humanos), no exame de danos e na visualização do estado de conservação de prédios da Universidade. A pesquisa permitiu verificar a versatilidade das tecnologias empregadas no monitoramento das condições estruturais, com foco nos telhados dos prédios, e na vertente de segurança do *campus* Samambaia, oferecendo uma perspectiva aérea, notadamente mais eficiente do que inspeções terrestres. Conclui-se que a administração da Universidade deve ser equipada com drones embarcados com sensores imageadores das classes RGB e Termal, com sensíveis ganhos na gestão da segurança e infraestrutura.

Palavras-chave: veículos aéreos não tripulados; vigilância, *Aedes aegypti*; *campus* universitário.

ABSTRACT

In recent decades, the application of emerging technologies has revolutionized security and infrastructure management in educational institutions, promoting greater efficiency in public spending and faster response for users: students, educational technicians, teachers, and the academic community. This research aimed to evaluate some remote sensing techniques based on unmanned aerial vehicles (drones) equipped with RGB and thermal sensors to support the safety and physical maintenance protocols of the Federal University of Goiás. Thus, applications in internal surveillance, especially in areas covered by vegetation, as well as in building infrastructure, were considered, in this case focusing on infiltration and water accumulation on roofs, which could enhance the proliferation of arboviruses related to the *Aedes aegypti* mosquito, transmitter of dengue, chikungunya, zika, and yellow fever. The study was conducted at the Samambaia *Campus* in Goiânia between the years 2022 and 2024, involving drone flights over dense and sparse vegetation areas (to locate people within these environments), and over selected campus buildings to detect gutter obstructions, water accumulations, and roof damages. We found good potential of the drones in detecting thermal anomalies in sparse forests (indicating the presence of humans), examining damages, and visualizing the conservation state of the University's buildings. The research allowed us to verify the versatility of the technologies employed in monitoring structural conditions, focusing on building roofs, and the security aspect of the Samambaia *campus*, offering an aerial perspective, notably more efficient than ground inspections. It is concluded that the University administration should be equipped with drones embedded with RGB and thermal imaging sensors, with significant gains in security and infrastructure management.

Keywords: unmanned aerial vehicles; surveillance; *Aedes aegypti*; university *campus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de atendimentos registrados em 2023 pela plataforma Analisa UFG.....	18
Figura 2 – Mapa de atendimentos registrados em 2023 pela plataforma Analisa UFG.....	19
Figura 3 – Áreas para operação de drones em alturas muito baixas próximas a aeródromos...	31
Figura 4 – Áreas para operação de drones em alturas muito baixas próximas a helipontos.....	31
Figura 5 – Geozonas do Aeroclube de Goiânia e do Aeroporto Internacional Santa Genoveva e o <i>Campus Samambaia</i> da UFG.....	32
Figura 6 – <i>Campus Samambaia</i> da UFG.....	38
Figura 7 – Imagem aérea do <i>Campus Samambaia</i> da UFG.....	39
Figura 8 – Drone termal ajuda a localizar assaltantes escondidos na mata no Pará.....	40
Figura 9 – Imagens de drone ajudaram a mapear os pontos na Praça Seca.....	41
Figura 10 – Municípios brasileiros com mais casos prováveis de dengue em 2022.....	43
Figura 11 – Mapa de localização do <i>Campus Samambaia</i> da UFG.....	47
Figura 12 – Drone DJI Phantom 4 Pro.....	48
Figura 13 – Drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual e acessórios.....	49
Figura 14 – Bosque com vegetação esparsa.....	51
Figura 15 – Bosque com vegetação densa.....	52
Figura 16 – Imagem do <i>Campus Samambaia</i> com prédios do Iesa, da Biblioteca e da Reitoria.....	52
Figura 17 – Temperaturas máximas e mínimas em Goiânia de janeiro de 2022 a junho de 2024.....	53
Figura 18 – Volumes mensais de precipitação em Goiânia entre abril de 2022 e julho de 2024.....	54
Figura 19 – Volumes diários de precipitação em Goiânia em janeiro de 2024.....	54
Figura 20 – Mosaico RGB obtido pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sobrevoando bosque com vegetação esparsa nas proximidades (fundos) do Lapig.....	55
Figura 21 – Mosaico termal obtido pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sobrevoando bosque com vegetação esparsa nas proximidades (fundos) do Lapig.....	56
Figura 22 – Mosaico termal obtido pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sobrevoando bosque com vegetação densa nas proximidades do Iesa.....	57

Figura 23 – Mosaico termal do bosque de vegetação esparsa com destaque para o ponto 4 onde havia uma pessoa escondida.....	58
Figura 24 – Descoberta de uma pessoa escondida em um ponto georreferenciado em vegetação esparsa, à noite, pela avaliação do mosaico quadro a quadro.....	59
Figura 25 – Imagem RGB drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual em período noturno, sem holofote ligado.....	60
Figura 26 – Imagem RGB do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual com holofote ligado.....	61
Figura 27 – Imagem termal do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual.....	61
Figura 28 – Imagens geradas com tecnologias embarcadas no drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para localizar uma pessoa supostamente escondida à noite.....	62
Figura 29 – Imagens geradas pela câmera térmica embarcada no drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para localizar uma pessoa supostamente escondida à noite em bosque de vegetação esparsa.....	63
Figura 30 – Imagens geradas pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para localizar uma pessoa supostamente escondida à noite em bosque de vegetação esparsa.....	64
Figura 31 – Série elaborada com três recortes de vídeo termal em sequência, gerada com drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, indicando uma pessoa no interior de um bosque de vegetação densa.....	65
Figura 32 – Mosaico RGB obtido pelo drone Phantom 4 Pro, sobrevoando prédio do Iesa....	67
Figura 33 – Mosaico RGB obtido pelo drone Phantom 4 Pro, ilustrando o telhado do edifício do Iesa, com detalhe dos resíduos obstruindo a drenagem da calha.....	68
Figura 34 – Imagem obtida através do Google Earth Pro, no qual foi possível detectar avarias no telhado (detalhe 6) do edifício do ICB III.....	69
Figura 35 – Imagem obtida através do Google Earth Pro, no qual foi possível detectar avarias no telhado (detalhe 7) do edifício do ICB I.....	69
Figura 36 – Recorte fotográfico de um mosaico obtido com o drone Phantom 4 Pro Standard em 2020, no qual se observa que não ocorreu reparo da avaria no telhado (detalhe 8) do edifício do ICB-III.....	70
Figura 37 – Recorte fotográfico de um mosaico obtido com o drone Phantom 4 Pro Standard em 2020, no qual se observa que ocorreu reparo da avaria no telhado (detalhe 9) do edifício do ICB-I.....	71

Figura 38 – Recorte fotográfico do mosaico obtido com drone Phantom 4 Pro, no qual é possível detectar muitos resíduos orgânicos proveniente de vegetação (detalhe 10) sobre o telhado e nas calhas no edifício da Faculdade de Artes.....	71
Figura 39 – Mapa do edifício do Iesa-UFG, obtido com drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, mostrando áreas em verde com interferência de vegetação.....	72
Figura 40 – Recorte de imagens com sobreposição de vegetação nos telhados do Iesa.....	73
Figura 41 – Edifícios da Biblioteca Central, do Lacena e da Emac.....	74
Figura 42 – Edifício da Biblioteca Central, com destaque para poças, manchas de umidade e interferência de vegetação sobre o telhado.....	75
Figura 43 – Recortes com destaques para poças, manchas d’água e vegetação.....	76
Figura 44 – Edifício do Lacena com destaques para manchas de umidade e acúmulo de materiais deixados a céu aberto.....	76
Figura 45 – Edifício da Emac com destaques de resíduos e manchas d’água nos telhados.....	77
Figura 46 – Recortes do telhado da Emac com destaques de resíduos e manchas d’água nos telhados.....	78
Figura 47 – Recortes do telhado da Reitoria da UFG com destaques de resíduos na cor verde.....	79
Figura 48 – Imagens geradas pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para mostrar as características das câmeras RGB e termal	81
Figura 49 – Plataforma Analisa UFG, com destaque para o número de ocorrências de focos de incêndios em 2023.....	84
Figura 50 – Painel de menu do Aplicativo Minha UFG.....	85
Figura 51 – Plataforma digital de análise de dados Analisa UFG.....	86
Figura 52 – Plataforma DJI Dock 2 sob o drone Matrice 3D/3TD em posição de pouso ou decolagem.....	88
Figura 53 – Drone Matrice 3D/3TD.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Demonstrativo da situação epidemiológica da dengue em Goiânia de 2015 a 2023.....	42
Tabela 2 – Demonstrativo da situação epidemiológica da chikungunya em Goiânia de 2016 a 2023.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros para operações em alturas muito baixas próximas a aeródromos/helipontos.....	30
Quadro 2 – Quadro-síntese dos resultados obtidos na vertente segurança com uso do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual.....	68
Quadro 3 – Quadro-síntese dos resultados obtidos na vertente infraestrutura predial.....	82

LISTA DE SIGLAS

Anac	Agência Nacional de Aviação Civil
Ciamb	Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Conpex	Congresso de Pesquisa e Extensão
DCE	Diretório Central dos Estudantes
Decea	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DNOR	Divisão de Normas
Dimeq	Diretoria de Manutenção de Equipamentos
Diseg	Diretoria de Segurança
EBTT	Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
Emac	Escola de Música e Artes Cênicas
Enanpege	Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia
FAB	Força Aérea Brasileira
Fasubra	Federação de Sindicatos de Trabalhadores Técnico-administrativos em Instituições de Ensino Superior Públicas do Brasil
FAV	Faculdade de Artes Visuais
FBSP	Fórum Brasileiro de Segurança Pública
FRZ	Flight restriction zone (zona de restrição de voo)
GNSS	Sistema Global de Navegação por Satélite
Geobonfim	Congresso Internacional de Geotecnologias
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
Iesa	Instituto de Estudos Socioambientais
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
Ipes	Instituto Público de Ensino Superior
Lacena	Laboratório de Estudos do Espetáculo e Artes da Cena
Lapig	Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento
Life	Laboratório de Inventário Florestal e Ecologia
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)
Necrivi	Núcleo de Estudos sobre Criminalidade e Violência
NEV	Núcleo de Estudos da Violência
Nipp	Núcleo Interdisciplinar de Políticas Públicas

OAEs	Obras de Artes Especiais
PF	Polícia Federal
PPGeo	Programa de Pós-Graduação em Geografia
Pro-Vant	Programa de Pesquisa e Capacitação com Veículos Aéreos Não Tripulados
RWY	Runway (pista de pouso e decolagem)
Sarpas	Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas
Seinfra	Secretaria de Infraestrutura
SDH	Secretaria de Promoção da Segurança e Direitos Humanos
Sigeoliterart	Simpósio Internacional de Geografia, Literatura e Arte
Singgeo	Seminário Interno da Pós-Graduação em Geografia
Sint-Ifesgo	Sindicato dos Trabalhadores Técnico-Administrativos em Instituições Federais de Ensino Superior do Estado de Goiás
Sintufsc	Sindicato de Trabalhadores em Educação das Instituições Públicas de Ensino Superior do Estado de Santa Catarina
SSI	Secretaria de Segurança Institucional
TAE	Técnico Administrativo em Educação
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UEG	Universidade Estadual de Goiás
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
ZAD	Zona de aproximação ou de decolagem

SUMÁRIO

MEMORIAL PROFISSIONAL E ACADÊMICO	15
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	23
1.1.1 Objetivo geral.....	23
1.1.2 Objetivos específicos.....	23
1.2 Estrutura da dissertação	24
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 Os múltiplos usos de drones	25
2.2 Normas para uso de drones no Brasil	29
2.3 Violência e (in)segurança nos <i>campi</i> universitários	34
2.4 Os perigos escondidos no bosque do <i>Campus Samambaia</i>	37
2.5 Arboviroses preocupam autoridades sanitárias	41
3 ÁREA DE ESTUDO, MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1 Área de estudo	47
3.2 Equipamentos e procedimentos	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1 Experimentos na vertente de gestão da segurança	54
4.2 Experimentos na vertente de gestão/inspeção da infraestrutura predial	66
4.3 Observações sobre o drones	80
4.4 Proposta para aperfeiçoar a gestão de segurança e infraestrutura da UFG	82
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
REFERÊNCIAS	92

MEMORIAL PROFISSIONAL E ACADÊMICO

Atuo há 30 anos como agente de segurança da Universidade Federal de Goiás (UFG) e há 21 anos como consultor, na mesma área, em uma empresa privada. Os temas ligados à geografia — e ao geoprocessamento voltado à segurança, em particular — instigam meu interesse desde que me graduei em Geografia pela UFG em 1996, e ainda mais a partir de 2009, quando concluí o curso de Especialização em Projetos Socioambientais e Culturais ministrado pelo Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa) da UFG.

A partir de então, venho participando de cursos e eventos acadêmico-científicos — cito aqui alguns deles — que contribuíram para ampliar os meus conhecimentos e oferecer subsídios teóricos e técnicos para o desenvolvimento de meu projeto de mestrado.

Em 2016, frequentei o “Curso de Extensão Sociologia do Crime, das Drogas e da Violência”, oferecido pelo Núcleo de Estudos sobre Criminalidade e Violência (Necrivi) da Faculdade de Ciências Sociais da UFG.

Em 2017, ministrei a palestra “Experiência na UFG”, durante o XXVI Seminário Nacional de Segurança dos Institutos Públicos de Ensino Superior (Ipes) e Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT), realizado pelo Sindicato dos Trabalhadores Técnico-Administrativos em Instituições Federais de Ensino Superior do Estado de Goiás (Sint-Ifesgo) em dependências da UFG. Desde 2017 atuo como coordenador nacional e regional desse evento.

Ingressei em 2022 no Mestrado Acadêmico em Geografia, do Programa de Pós-Graduação (PPGGeo) da UFG, tendo cursado as disciplinas Ambiente e apropriação de regiões do Cerrado, Teoria e método em Geografia, A linguagem cartográfica e sua aplicação no ensino e na pesquisa Geográfica, encerrando esta fase de formação com a disciplina O imaginário da cidade.

Ainda em 2022, participei do VI Simpósio Nacional e V Simpósio Internacional de Geografia, Literatura e Arte (Sigeoliterart), cujo tema foi “Uma geografia que ousa dizer o nome: paisagens, arte, trabalho e turismo”, realizado pela Universidade Estadual de Goiás (UEG).

De 13 a 16 de junho de 2023, participei do XXIX Seminário Interno da Pós-Graduação em Geografia (Sinpgeo), “Epistemologias emancipatórias e os desafios das pesquisas em Geografia”, realizado pelo Iesa. Nele, apresentei o trabalho intitulado “Utilização de plataformas aéreas não tripuladas como suporte à gestão de segurança e

infraestrutura da Universidade Federal de Goiás”. Também em junho de 2023, assisti à palestra intitulada *Validation of land cover and land use maps: assumptions and reality in the context of MapBiomass Project*, na UFG/Lapig, em parceria com o Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Ciamb).

Em setembro de 2023 participei e fui coordenador regional do XXIV Seminário Nacional de Segurança dos Institutos Públicos de Ensino Superior (Ipes) e Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT), realizado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com o Sindicato de Trabalhadores em Educação das Instituições Públicas de Ensino Superior do Estado de Santa Catarina (Sintufsc), a Federação de Sindicatos de Trabalhadores Técnico-administrativos em Instituições de Ensino Superior Públicas do Brasil (Fasubra) e a Intelbras. Em outubro do mesmo ano, participei do XV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia (Enanpege), na Universidade Federal do Tocantins (UFT), em Palmas (TO).

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço geotecnológico tem possibilitado a emergência de novas ferramentas decisivas na abordagem e solução de problemas sociais complexos. Entre elas, as plataformas aéreas não tripuladas, mais conhecidas como drones, têm ganhado destaque, principalmente quando equipadas com sensores dotados de grande quantidade de megapixels, o que gera imagens de alta resolução.

Esses dispositivos não apenas permitem uma visão mais ampla e detalhada de grandes áreas, como também possibilitam a captação de dados por diferentes sensores, dentre os quais imageadores na faixa RGB (sigla do sistema de cores aditivas formado pelas iniciais das cores em inglês *red*, *green* e *blue*, que significa, em português, respectivamente, vermelho, verde e azul) e termal do espectro eletromagnético, baseado na radiação de calor. Esses dados (por vezes na forma de imagens) podem ser armazenados e analisados posteriormente.

Na área de gestão da segurança (pública ou privada), por exemplo, imagens aéreas podem ser úteis para avaliar o procedimento operacional adotado em dada circunstância, visando aprimorar as próximas operações, com vistas a minimizar riscos, tanto para agentes de segurança quanto para frequentadores de um espaço social no momento da operação.

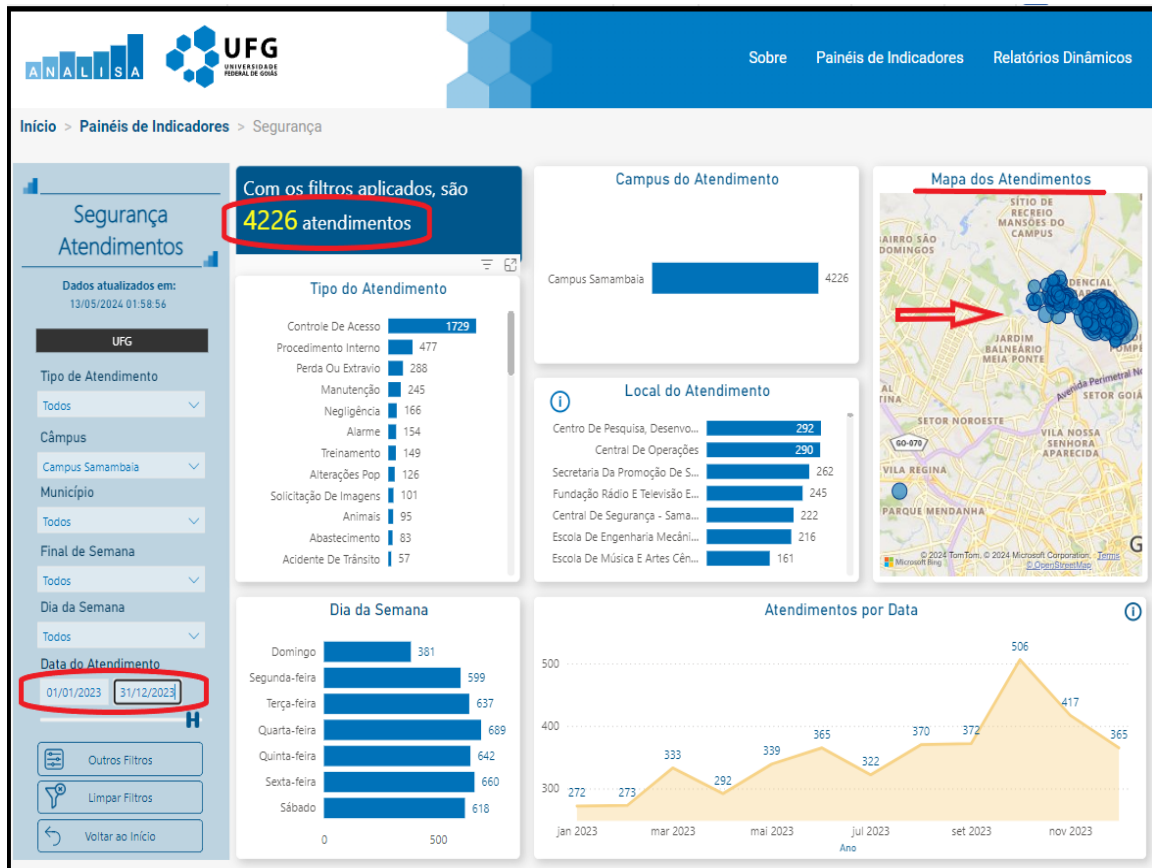
Especificamente com relação à segurança pública, segundo Costa (2010), o problema não está ligado somente à criminalidade, mas a uma soma de outros fatores, como políticos, sociais, econômicos, éticos, culturais, administrativos e históricos. E sobre a violência no ambiente universitário, Gondinho *et al.* (2018, p. 6) pontuam que “a situação de violência é uma pandemia que afeta a todos, independentemente das condições sociais, culturais ou econômicas dos envolvidos [...] pode ocorrer em diferentes cenários [e] o ambiente universitário também é palco de diferentes tipos de violência”.

Nesse contexto, é imperativo reconhecer que as dinâmicas de criminalidade são profundamente influenciadas pelo ambiente geográfico no qual ocorrem. A interação entre o espaço urbano e os comportamentos sociais pode criar zonas de maior vulnerabilidade ou, inversamente, áreas de relativa segurança.

Esses aspectos foram considerados para definir, como recorte espacial desta pesquisa, o *Campus* Samambaia da UFG, onde, por tradição, as forças de segurança pública, como a Polícia Militar, não costumam efetuar patrulhas, gerando um componente a mais na complexa compreensão das causas de violência local, bem como em seu entorno. Cabe salientar que, nesse espaço acadêmico, costumam acontecer furtos de carros, motocicletas e objetos pessoais

de alunos (equipamento eletrônico, mochila, celular) e de bens da Universidade, assalto à mão armada, arrombamento em veículos e até homicídios. De acordo com a plataforma digital de análise de dados Analisa UFG (2024), em 2023 foram registradas 4.226 ocorrências no *Campus Samambaia*, como mostra a Figura 1.

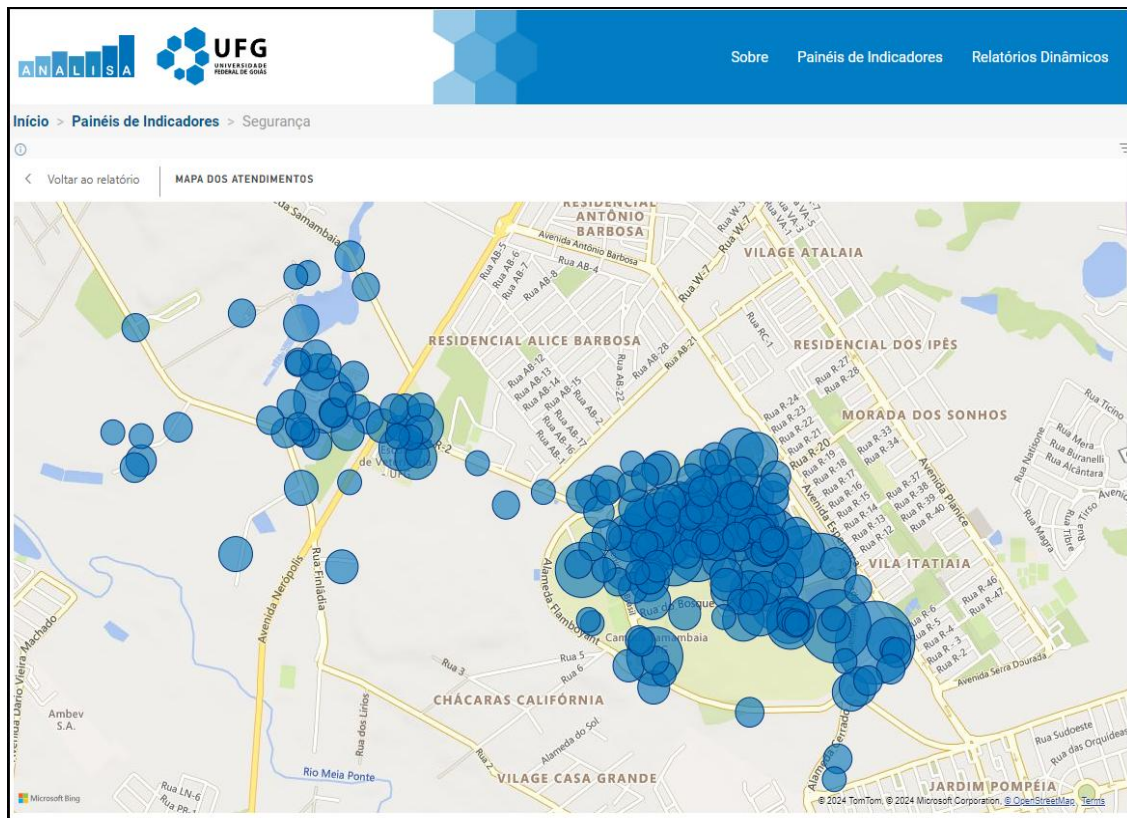
Figura 1 – Número de atendimentos registrados em 2023 pela plataforma Analisa UFG



Fonte: Analisa UFG (2024)

A Figura 2 apresenta o mapa de localização dos atendimentos registrados em 2023 pela plataforma digital de dados Analisa UFG.

Figura 2 – Mapa de atendimentos registrados em 2023 pela plataforma Analisa UFG



Fonte: Analisa UFG (2024)

Sobre as peculiaridades do ambiente universitário, referentes à aplicabilidade da segurança pública, Magnavita (2016, p. 6) pontua:

Devido a tradições e culturas medievais, são espaços públicos em que a produção do conhecimento não teria a necessidade de aplicação de organismos públicos para controle da segurança (universidades federais, universidades estaduais e municipais). Contudo, há uma transformação contemporânea em que existe uma exposição de riscos que precisam ser mitigados. Os riscos são de diversas naturezas, inclusive aqueles produzidos pelo aumento da violência e da criminalidade, que se distribui uniformemente em todo território.

Por essas razões, percebe-se uma crescente utilização de drones na gestão de segurança e infraestrutura em instituições públicas, principalmente naquelas destinadas ao ensino superior e pesquisa, a exemplo da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade de Brasília (UnB) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (informação verbal, 2023)¹. Ainda de forma incipiente, a Universidade Federal de Goiás (UFG) já ingressa com tais tecnologias,

¹ Informação obtida no XXIV Seminário Nacional de Segurança dos Institutos Públicos de Ensino Superior (Ipes) e Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (EBTT), realizado em Santa Catarina em setembro de 2023.

com vantagens reconhecidas, pois os drones permitem uma visão aérea abrangente do *campus*, possibilitando a identificação rápida e eficiente de qualquer atividade suspeita ou situação de risco.

Uma vantagem é a agilidade proporcionada pelos drones, que podem monitorar grandes áreas em pouco tempo, permitindo uma resposta mais rápida das equipes de vigilância. Adicionalmente, a utilização de drones na gestão de segurança reduz os riscos e custos associados à presença humana em determinadas condições mais sensíveis ou perigosas, ao mesmo tempo em que aumenta a eficiência e a precisão das operações.

Na UFG, especialmente no *Campus* Samambaia, foco desta pesquisa, eventos anuais de grande aglomeração humana, como o Espaço das Profissões e o Congresso de Pesquisa e Extensão (Conpex), podem ser beneficiados pelo uso dessa tecnologia, aumentando a eficiência em procedimentos da organização, tais como no posicionamento de vigilantes (em portarias, estacionamentos e na vizinhança) ou na própria orientação do trânsito de veículos e pedestres.

Há que se destacar a organização geoespacial do *Campus* Samambaia, com áreas de bosque de vegetação nativa que frequentemente servem para rota de fuga ou esconderijo de meliantes após cometerem atos de violência, como assaltos, furtos e até homicídios no interior deste *campus* ou no entorno imediato, conforme reportagem de Santana (2018) que relata assassinato de um estudante na área interna do *Campus* Samambaia durante evento festivo.

Antes disso, em 2014, as ocorrências de violência já assustavam a comunidade universitária da UFG, motivando pesquisa conduzida pela Reitoria, como informado por reportagem de Lima (2014), intitulada “UFG realiza ampla pesquisa sobre violência”. O objetivo foi identificar situações de violência, conflitos e crimes vivenciadas pela comunidade universitária. Dados deste estudo subsidiarão o debate para formulação da Política de Segurança da UFG.

Experiências diversas têm sido feitas em outros *campi* universitários, como o da UnB, que recebeu drones para reforçar a sua segurança. De acordo com Gomes (2020), “dispositivos aéreos também contribuirão nos serviços de manutenção predial e estarão acessíveis para o desenvolvimento de pesquisas”. Na Universidade Estadual de Goiás (UEG), a unidade universitária de Itapuranga utiliza, desde 2023, drone adquirido pelo Laboratório de Inventário Florestal e Ecologia (Life) para pesquisas em florestas urbanas e da zona rural na busca de compreender padrões capazes de explicar os perigos do processo de fragmentação florestal na prestação de serviços ecossistêmicos desses ambientes.

Atualmente, a UFG vem empregando drones no monitoramento de usinas solares, embarcados com sensor termal, visando detectar falhas de funcionamento das células fotovoltaicas ou sujidades sobre estas — condições que reduzem a eficiência na geração de energia elétrica (Falcão, 2023) —, bem como para monitorar reparos efetuados em telhados de algumas edificações do *Campus* Samambaia, um trabalho realizado pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) da UFG e solicitado pela Secretaria de Infraestrutura (Seinfra) da Universidade. Tanto a pesquisa de Falcão (2023) quanto esta que relatamos aqui foram desenvolvidas nesse laboratório.

Cabe destacar o Programa de Pesquisa e Capacitação com Veículos Aéreos Não Tripulados (Pro-Vant), associado ao Lapig, que há 10 anos emprega essas tecnologias no desenvolvimento de pesquisas e atividades acadêmicas relacionadas com técnicas de sensoriamento remoto aéreo, por meio da capacitação de estudantes, técnicos, docentes e pesquisadores no manuseio de drones em suas atividades profissionais.

Com isso, nota-se que a UFG se alinha com outras instituições similares quanto ao uso de tecnologias voltadas ao monitoramento aéreo com drones. No entanto, para ações de vigilância e gestão da infraestrutura, ainda não há uma sistematização para o emprego dessas ferramentas, salvo apoio em certas ocasiões, quando há solicitação da Reitoria e da prefeitura do *campus*.

No caso da gestão da infraestrutura (especialmente predial), as imagens aéreas de alta resolução (espectral e espacial) podem ser analisadas por especialistas em manutenção e/ou conservação de telhados e calhas, por exemplo, para se aplicarem medidas mais recomendadas na solução de problemas estruturais.

Avárias em telhados e calhas, além de representarem risco para o acúmulo de água nas lajes e dependências internas de laboratórios, podem causar danos no sistema elétrico, em forros e pinturas e infiltração na estrutura predial, o que reduz a vida útil das edificações. A detecção desses estragos se faz, portanto, indispensável, como indicam Macedo *et al.* (2017, p. 10):

A importância das inspeções para detecção das anomalias e falhas nas edificações é imprescindível para garantia da qualidade e a segurança dos usuários. Com a inspeção realizada, pode-se enxergar como as manifestações patológicas ocorreram de forma integrada, facilitando um plano de terapia destas e um projeto integrado de manutenção.

Salienta-se que obstáculos políticos e econômicos para investimentos em manutenção da infraestrutura predial nas universidades públicas brasileiras fizeram surgir diversos problemas, um deles relacionado ao baixo controle de vetores transmissores. Também as especificidades climáticas são propícias para o surgimento de doenças como dengue, chikungunya, zika e febre amarela. Em 2023 tivemos uma somatória de fatores que propiciou temperaturas mais elevadas, como o fenômeno El Niño e o aumento da temperatura do Oceano Atlântico que se mostrou acima da média.

Novas tecnologias baseadas em drones podem amenizar esses problemas, ajudando com o monitoramento aéreo de telhados, calhas e terrenos baldios, visando detectar pontos de acúmulo da água da chuva e controlar a proliferação de insetos transmissores de arboviroses. Vale lembrar que em 2023 e no primeiro semestre de 2024, o governo brasileiro registrou um novo recorde da epidemia de dengue. Dados divulgados pelo G1, portal de notícias da Globo, indicam que, nos cinco primeiros meses de 2024, o Brasil

registrou 3 mil mortes confirmadas por dengue em 2024, o que equivale a pouco mais de 20 mortes por dia desde o começo do ano. No mesmo período do ano passado (até a semana 20), o país tinha 867 óbitos. Este é o maior número desde o início da série histórica, em 2000. O recorde anterior de óbitos ocorreu em 2023, com 1.179. Já o terceiro ano com maior número foi 2022 com 1.053 (Brasil chega [...], 2024).

Goiânia foi uma das cidades mais afetadas e entrou oficialmente em situação de emergência por causa do aumento de casos em março de 2024. A capital goiana ultrapassou, naquele mês, a média de casos dos últimos cinco anos. Ao todo, em 2024 foram confirmados mais de 5,7 mil casos (Macêdo, 2024).

Não muito distante no tempo, em 2017, o *Campus* Samambaia passou por um surto de febre amarela que demandou uma campanha de vacinação em massa de toda a comunidade universitária em abril daquele ano. Sobre os riscos de transmissão de doenças por vetores biológicos, Silva *et al.* (2021, p. 2) afirmam que elas “vêm ganhando proporções difíceis de estimar, representando um desafio que exige novas estratégias de prevenção, combate e controle que eliminem ou minimizem essa prevalência e/ou incidência, já que muitos métodos existentes não têm alcançado êxito”.

Considerando o cenário de segurança e a necessidade de gerenciamento eficiente da infraestrutura no *Campus* Samambaia da UFG, surge uma questão pertinente: como novas tecnologias podem ser incorporadas para otimizar a gestão da segurança e infraestrutura da

instituição? Enfim, como o mapeamento e a análise geoespacial utilizando plataformas aéreas não tripuladas podem otimizar a gestão de segurança e infraestrutura na UFG?

Para dar resposta a essas perguntas, desenvolveu-se pesquisa para avaliar a tecnologia de drones para inspecionar telhados e calhas de edificações na UFG, prevendo maior agilidade, uma inspeção mais segura e com redução de custos.

A inspeção da infraestrutura predial com drone, com foco nos telhados, mostrará para a administração da UFG qual modelo de inspeção será mais vantajoso, se no método tradicional com pessoas escalando os edifícios, em operações demoradas, ainda que adotando rigoroso protocolo de segurança por conta do alto risco de acidentes e do elevado custo financeiro, ou com a utilização de novas tecnologias, incorporando drones com sensores RGB de alta resolução espacial (imagens com grande poder de detalhamento), supostamente mais segura, rápida e de baixo custo operacional.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi aplicar técnicas de sensoriamento remoto a partir de drones equipados com sensores RGB e termal, visando identificar, analisar e propor soluções para os desafios de segurança e infraestrutura na UFG.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram desenvolver e avaliar protocolo de segurança baseado em drones, embarcados com sensores RGB e termal, para identificar pessoas no interior de áreas de bosque de vegetação densa e esparsa em ambientes selecionados para a pesquisa no *Campus Samambaia* da UFG

Com base nessa tecnologia, desenvolver e avaliar um protocolo para identificação de pontos de obstrução e/ou com acúmulo de água (e outras avarias) nos telhados e calhas de edifícios selecionados para esta pesquisa.

1.2 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em cinco seções textuais, incluindo esta parte introdutória. A segunda seção, que corresponde ao referencial teórico, aborda os múltiplos usos de drones, normas para uso de drones no Brasil, violência e (in)segurança nos *campi* universitários, os perigos escondidos no bosque do *Campus* Samambaia e arboviroses que preocupam autoridades sanitárias.

Na terceira seção, apresentam-se os materiais e métodos da investigação, com descrição da área de estudo, dos equipamentos utilizados e dos procedimentos adotados. A quarta seção se ocupa dos resultados e discussões da pesquisa e a quinta apresenta as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção é resultado da interlocução com vários autores que abordam os temas apresentados neste trabalho e que foram consultados durante pesquisa bibliográfica envolvendo livros, artigos acadêmico-científicos, relatos de pesquisa, revistas e jornais, além de páginas da internet.

O primeiro tópico enfatiza os múltiplos usos de drones e o segundo coloca em pauta as normas para uso de drones no Brasil. O terceiro tópico discute questões relativas à violência e à (in)segurança nos *campi* universitários, seguido de abordagem sobre áreas de mata no *Campus* Samambaia e sobre o perigo representado por arboviroses.

2.1 Os múltiplos usos de drones

Nos últimos 10 anos tem sido notório o aumento da demanda pelo uso de drones nas mais diversas aplicações e desafios da sociedade contemporânea. Tal fenômeno de popularização se deve ao baixo custo de fabricação, à expansão de mercados consumidores e à elevada capacidade de mapeamento/monitoramento, com maior agilidade e menor custo de operação, em áreas urbanas e rurais (Alves Júnior, 2015).

Os recentes avanços na tecnologia dos drones fizeram surgir novas oportunidades e aplicações em vários campos da vida (Majeed *et al.*, 2021). Esses veículos não tripulados expandiram o horizonte para uma vasta gama de aplicações e abriram caminho para uma diversidade de soluções inovadoras (Derhab *et al.*, 2023).

No início do desenvolvimento dos drones, a maior parte deles era destinada às forças de segurança, enquanto hoje um grande número de drones está sendo usado para fins comerciais em prol da ciência, economia, esporte e entretenimento. Embora tenham sido planejados para uso em sistemas de defesa e segurança, a partir do final do século XX os drones passaram a ser usados para diferentes finalidades e têm uso ilimitado para fins comerciais e de defesa e segurança (Milic; Randelovic; Radovanovic, 2019). A partir dos anos 2000, com a popularização da tecnologia, o seu uso foi amplamente estendido para o uso civil, especialmente na agricultura de precisão, chegando nos dias atuais com aplicações bastante diversificadas no campo social, ambiental e científico.

O emprego desses equipamentos está se expandindo rapidamente em diversas áreas de aplicação civil. Alguns desses domínios incluem rastreamento em tempo real, fornecimento

de cobertura sem fio, detecção, busca e salvamento, entrega de mercadorias, segurança e vigilância, verificação de problemas em estruturas de engenharia (Dosari; Hunaiti; Balachandran, 2023).

No Brasil, a primeira instituição a empregar drones em suas atividades foi a Polícia Federal (PF), com o drone Heron, adquirido da empresa *Israel Aerospace Industries* com o objetivo de patrulhar fronteiras brasileiras, principalmente com o Paraguai, e que atualmente está em posse da Força Aérea Brasileira (FAB).

Sobre a aplicabilidade da tecnologia na área de segurança pública, além das forças policiais, a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros também fazem uso desses equipamentos em ações de resgate de vítimas de desastres naturais ou antrópicos, como nos fatídicos desastres de Mariana, em 2015, e de Brumadinho, em 2019 — ambos em Minas Gerais —, relacionados com falhas da atividade mineral naquela região. Atualmente, áreas com risco de rompimento de barragens são monitoradas com drones antes mesmo de enviar equipes técnicas aos pontos mais críticos (Chirrolirindo; Alves, 2014).

Em maio e junho de 2024, outro teste para os drones foi o pronto-atendimento às vítimas da tragédia climática no Rio Grande do Sul, auxiliando diversas forças de segurança e salvamento na busca por vítimas de inundação e deslizamentos, incluindo animais. A Força Aérea Brasileira (FAB) utilizou um drone para ajudar na localização e identificação de vítimas dos temporais que atingiram o Rio Grande do Sul. Equipado com câmeras de alta resolução, o drone foi usado para sobrevoar locais atingidos em busca de pessoas isoladas, em situação de risco e com necessidade de resgate (Lima; Nascimento, 2024; Souza, 2024).

Em se tratando de segurança pública e da busca constante para minimizar problemas nas universidades, cabe destacar que o pequeno porte dos drones garante uma segurança adicional às forças de vigilância (Santos; Cardoso; Chagas, 2015), que correm menor risco de serem atingidas pelo fato de a aeronave não ter tripulação. Garantem também agilidade para recobrir grandes extensões com um efetivo menor e máxima discrição (Oliveira, 2005).

Estudos demonstram que o uso de drones no sensoriamento remoto apresenta muitas vantagens, entre elas um impacto ambiental reduzido se comparado às aeronaves tripuladas (Nascimento; Denadei, 2023; Santos, 2023; Cavalcante *et al.*, 2022; Herrmann; Nascimento; Freitas, 2022; Sousa, 2017). Isso porque os drones elétricos, além de não utilizarem combustíveis fósseis, possuem reduzida emissão de ruídos, o que minimiza os impactos ambientais de sobrevoos sobre o espaço acadêmico.

Outra vantagem é a maior flexibilidade ao realizar voos em baixa altitude, o que auxilia na captura de imagens de alta resolução, ideais à criação de mosaicos aerofotogramétricos de alta qualidade. Essas características contribuem para uma análise mais completa e precisa das áreas estudadas, além de proporcionar maior eficiência e sustentabilidade nas atividades de monitoramento da segurança, infraestrutura e pesquisa. Essas e outras vantagens são sintetizadas por Cassemiro e Pinto (2014, p. 15):

A utilização de [drones] tem se mostrado uma excelente alternativa, já que dispõe de uma flexibilidade maior e um custo baixo comparado às soluções tradicionais. Comparados ao imageamento feito por aeronaves tripuladas, eles possuem a vantagem de possibilitar pilotagem remota (eliminando o risco de acidentes com a tripulação durante o processo) e voos mais próximos ao solo. O uso de [drones] tem aumentado nos últimos anos, tornando sua aquisição acessível até mesmo para particulares.

Souza e Santos (2019) buscaram compreender a inserção de drones nos órgãos de segurança pública, visto que essas aeronaves podem ser utilizadas como ferramenta de inteligência, dado o seu grande potencial nas ações de segurança pública, tanto na defesa das pessoas quanto do Estado. Os autores ressaltam que a utilização dessa tecnologia não exclui outras formas de trabalho, mas sim promove uma ação conjunta, alinhando esforços e superando limitações neste contexto.

Em 2020, a UnB recebeu drones para reforçar a segurança e serviços de manutenção predial em seus *campi*, sendo quatro drones incorporados aos recursos da sua prefeitura para o desenvolvimento das atividades da unidade. Os equipamentos foram doados em maio daquele ano pela Receita Federal (Gomes, 2020). De acordo com o prefeito Valdeci Reis (citado por Gomes, 2020), servidores técnicos da segurança e terceirizados das Diretorias de Segurança (Diseg) e de Manutenção de Equipamentos (Dimeq) já foram treinados e estão habilitados para fazerem os voos.

Importa salientar que o sucesso de um sistema de segurança de drones se baseia, além das características técnicas dos equipamentos, nas funcionalidades de operação e manutenção e na capacidade de aplicação por profissionais (Huttunen, 2019). No desempenho das suas funções, os agentes de segurança podem se beneficiar significativamente da utilização de drones, porque eles permitem prever e reduzir perigos potenciais e responder a emergências numa fase mais precoce. O drone é, portanto, excepcionalmente adequado para uso em segurança, atendendo também aos requisitos de segurança pública, como monitoramento de megaeventos ou de locais ao ar livre (Dosari; Hunaiti; Balachandran, 2023).

Na vertente da infraestrutura predial, diversos estudos têm demonstrado que é mais vantajoso realizar a inspeção predial fazendo uso de drones (Jucá; Oliveira; Zanoni 2022; Nery; Pimenta; Braga, 2021; Tondelo; Barth, 2019). Segundo Aguilar (2018, p. 2), com drone é possível “realizar uma filmagem completa em alta resolução (HD) de todos os pontos da fachada. Essa investigação detalhista pode registrar problemas não observados a olho nu, como, por exemplo, infiltrações, descolamento ou furos no revestimento e/ou fissuras e trincas”.

Reforçando a importância da utilização de drones no controle e monitoramento de infraestruturas, Salgado Neto, Caldeira e Faria (2021) realizaram um estudo de caso que analisou imagens geradas por drone para o monitoramento e controle do avanço de obras de infraestrutura. Os autores apontam que a utilização de drones facilita a visualização de problemas em áreas de difícil acesso, como linhas de transmissão, telhados de fábricas e trechos extensos de tubulação. O monitoramento em tempo real gera informações de forma ágil, eliminando a necessidade de deslocamento de pessoas até esses locais. Com os drones, as inspeções se tornam mais fáceis e práticas, permitindo a identificação de construções deterioradas ou danificadas.

No entanto, há limitantes para aplicação dessa tecnologia no dia a dia, como o baixo tempo de voo da grande maioria de drones elétricos: em média 25 minutos para aeronaves multirrotores (aquelas que decolam e pousam verticalmente, em geral do tipo quadricópteros). Há, nesse caso, a necessidade de um bom planejamento e atenção constante do operador.

Condições atmosféricas adversas, como chuva e ventos fortes, também são fatores limitantes (Silva Filho, 2016). Com a chegada de novas baterias de polímero de lítio (ou LiPO), os drones podem alcançar pouco mais de 30 minutos de voo, condição anunciada pelo fabricante chinês DJI para o drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual (RGB e termal).

Além disso, a utilização desse tipo de equipamento no Brasil está circunscrita ao atendimento à legislação que rege o seu uso, principalmente em áreas urbanas. Por exemplo, no país, os drones precisam estar cadastrados na Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), especialmente se operados por representantes de uma instituição pública, com autorização prévia para os voos do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea).

2.2 Normas para uso de drones no Brasil

No Brasil, o uso de drones está sujeito a normas estabelecidas por três autoridades regulamentadoras: a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea). Antes de operar um drone é preciso cadastrá-lo na Anac — instituição responsável pela formação e habilitação de pilotos remotos, pelo registro e certificação das aeronaves, e pelas regras de operação, licença e fiscalização, normatização e representação institucional. De acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94/2017, elaborado pela Anac, é obrigatório o cadastro de drones acima de 250 gramas no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (Sisant) tanto para uso recreativo como profissional (Brasil, 2017).

O RBAC-E (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial) nº 94 dispõe sobre os requisitos para que as aeronaves não tripuladas sejam utilizadas para uso civil. Uma das normas é ter no mínimo 18 anos para pilotar remotamente esse tipo de equipamento, sem necessidade de habilitação para aeronaves de até 25 quilos, mas com obrigação de cadastro na Anac a partir disso. O regulamento também proíbe o uso de drones a menos de 30 metros horizontais de distância de pessoas não envolvidas com a sua operação.

A Agência exige licença e habilitação para voos acima de 400 pés (120 metros), proíbe transporte de pessoas, animais e artigos perigosos com drones, determina que cada piloto remoto só poderá operar um equipamento por vez, veta a operação autônoma de aeronaves não tripuladas e exige seguro com cobertura de danos a terceiros para voos com drones que tenham mais de 25 quilos (Brasil, 2017).

Os drones devem também ser homologados pela Anatel para garantir que os equipamentos operem em frequências compatíveis com a regulamentação brasileira e para que os voos das aeronaves não causem interferências em outros serviços, como o Controle de Tráfego Aéreo e as redes de comunicação móvel (redes celulares). Cabe à Anatel controlar e monitorar o uso de frequências de rádio utilizadas como meio de os operadores controlarem as funções dos drones (Furlaneto Neto; Furlaneto, 2022; Silva *et al.*, 2020).

Todo piloto de drone deve ter registro no Decea, ao qual são atribuídas as tarefas de planejar, gerenciar e controlar as atividades relacionadas ao controle do espaço aéreo, à proteção ao voo, ao serviço de busca e salvamento e às telecomunicações do Comando da Aeronáutica. Esse cadastro é feito após ter em mãos o número de registro na Anac. Ele é necessário porque é obrigatório agendar e solicitar voos previamente no sistema de

Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (Sarpas) para que o tráfego aéreo possa ser controlado de forma eficaz pelos órgãos operacionais.

O mais recente documento que trata desse tema é a Portaria Decea nº 928/ Divisão de Normas (DNOR) 8, de 15 de maio de 2023, que entrou em vigor em 3 de julho de 2023. Com ela, o Decea aprovou a reedição da Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40 sobre aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro (Brasil, 2023). O Decea considera operações em alturas muito baixas aquelas realizadas até 400 ft — abreviatura de *feets* (pés, traduzido do inglês) —, o que corresponde a aproximadamente 120 metros de altura. O acesso ao espaço aéreo brasileiro para operações em alturas muito baixas, envolvendo aeronaves com peso máximo de decolagem (PMD) até 25 quilos, poderá ser autorizado, se satisfeitas as condicionantes operacionais gerais e específicas estabelecidas.

De acordo com a Portaria, para operações cuja altura de voo solicitada seja de até 100 ft (aproximadamente 30 metros) e velocidade igual ou inferior a 30 Kt — abreviatura de nós (aproximadamente 60 km/h) —, os drones devem ter sua projeção vertical no solo afastada pelo menos 30 metros de edificações, estruturas, patrimônios e animais. E ainda obedecer aos seguintes parâmetros de afastamento mínimo: 3.550 metros das cabeceiras da(s) pista(s) de aeródromos cadastrados, quando operando na zona de aproximação ou de decolagem (ZAD), e 1.740 metros de aeródromos cadastrados, quando operando no entorno, e a mesma distância de helipontos cadastrados.

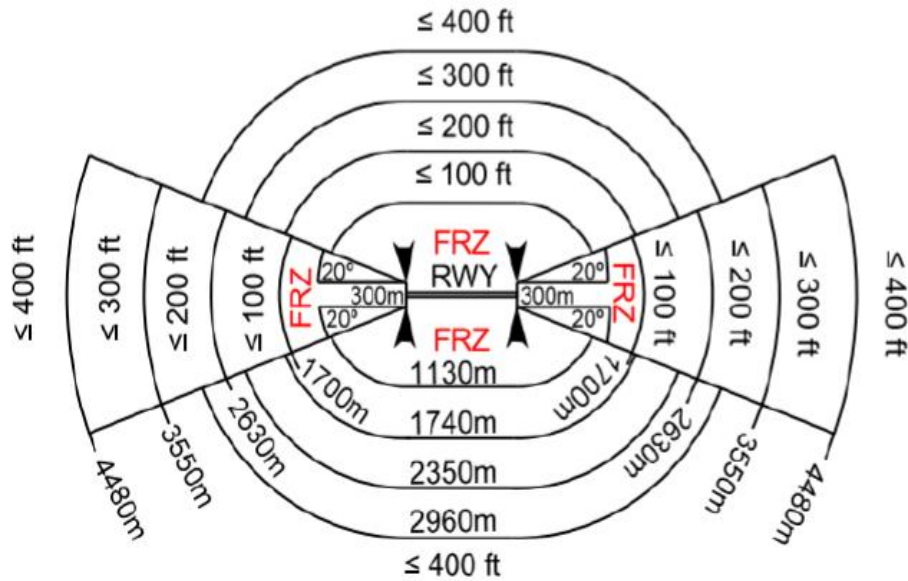
Para operações cuja altura de voo solicitada esteja entre 100 e 200 ft (aproximadamente 30 a 60 metros), e velocidade igual ou inferior a 60 Kt (aproximadamente 120 km/h), o afastamento mínimo deve ser de 4.480 metros das cabeceiras da(s) pista(s) de aeródromos cadastrados, quando operando na ZAD e 2.350 metros de aeródromos cadastrados, quando operando no entorno e igualmente de helipontos cadastrados. No caso de outras alturas e velocidade igual ou inferior a 60 Kt, devem ser seguidos os parâmetros definidos pelo Decea e apresentados no Quadro 1 e nas Figuras 3 e 4.

Quadro 1 – Parâmetros para operações em alturas muito baixas próximas a aeródromos/helipontos

QUADRO-RESUMO DOS PARÂMETROS				
LOCAL / ALTURA	Até 100 ft	100 ft até 200 ft	200 ft até 300 ft	300 ft até 400 ft
Na ZAD	3550 m	4480 m	5400 m	6320 m
No Entorno de Aeródromo	1740 m	2350 m	2960 m	3570 m
No Entorno de Heliponto	1740 m	2350 m	2960 m	3570 m

Fonte: Brasil (2023, p. 31)

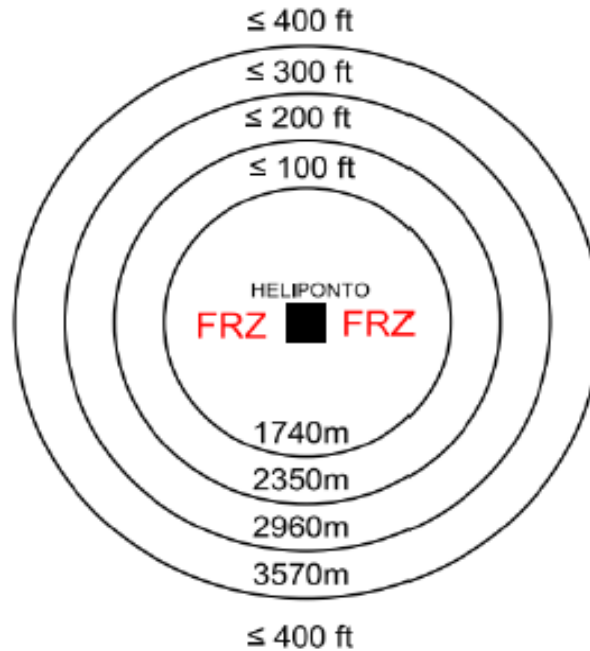
Figura 3 – Áreas para operação de drones em alturas muito baixas próximas a aeródromos



FRZ = Flight restriction zone (zona de restrição de voo)
RWY = Runway (pista de pouso e decolagem)

Fonte: Brasil (2023, p. 31)

Figura 4 – Áreas para operação de drones em alturas muito baixas próximas a helipontos

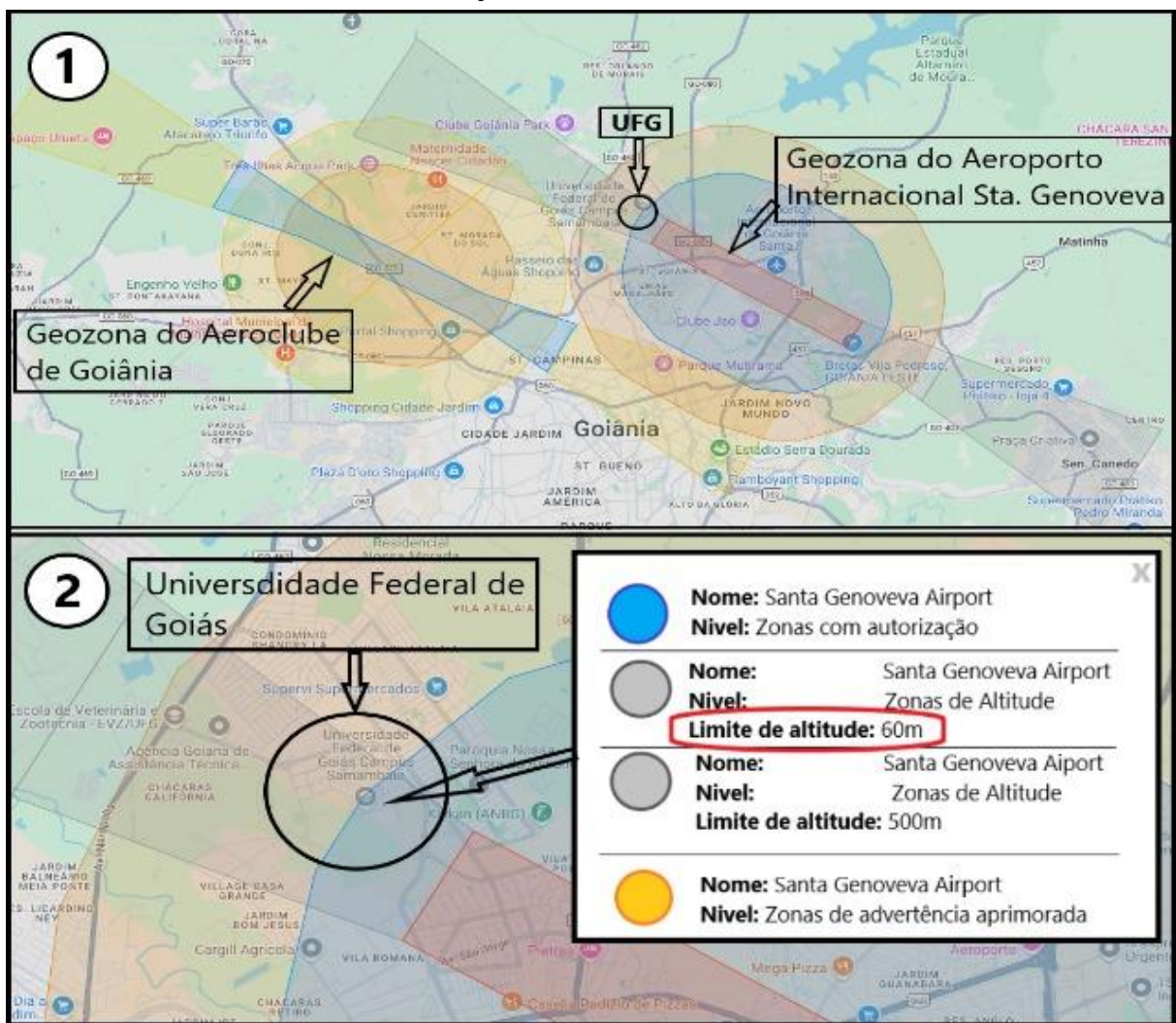


Fonte: Brasil (2023, p. 31)

Na medida em que a tecnologia avança, também avança a interação entre o fabricante, o operador de drone e o órgão oficial de controle do espaço aéreo, o Decea, em função da importância que o fator segurança tem para a prevenção de acidentes na aviação civil. É isso

que se vê nas geozonas de permissão, limitação e proibição de voo que aparecem automaticamente no visor da tela do controle remoto dos drones por nós utilizados, bem como no *site* oficial da empresa fabricante dos equipamentos. A Figura 5, elaborada com base no *site* da DJI *Flysafe*, apresenta duas condições: 1 e 2. A condição 1 mostra as duas geozonas de Goiânia, a do aeroclube da cidade e a do Aeroporto Internacional Santa Genoveva. A condição 2 mostra, no mapa, o local da nossa área de estudo, o *Campus Samambaia* da UFG, sobreposta digitalmente pela geozona do Aeroporto Internacional Santa Genoveva.

Figura 5 – Geozonas do Aeroclube de Goiânia e do Aeroporto Internacional Santa Genoveva e o *Campus Samambaia* da UFG



Fonte: Elaborada pelo autor com base no *site* da DJI *Flysafe*

Essa tecnologia permite que, em qualquer ponto da geozona em que o operador estiver com o drone ligado ou que se selecionar com o *mouse* na tela de um computador,

automaticamente aparecerá ao lado uma janela mostrando o nome da geozona e o nível de restrição de voo com a altura máxima permitida pelo Decea para aquele ponto.

Atualmente, o uso de drones civis em aeroportos é legalmente proibido na maioria dos países (Shvetsova; Shvetsov, 2021), inclusive no Brasil, por causa de ameaças à segurança associadas ao voo de drones sobre essas instalações. Porém, apesar de haver regulamentação acerca dos drones, a operação deles em altitudes proibidas tem sido registrada próxima a aeroportos com frequência (Shvetsova; Shvetsov, 2021).

Costa (2019, p. 81) lembra que, muitas vezes, “aeroportos foram fechados em circunstância de haver drones próximos, a ocasionar atraso de voos e até mesmo cancelamentos, o que traz grande prejuízo às empresas aéreas”. A autora enfatiza que “os drones são objetos metálicos com baterias de lítio, o que pode vir a danificar a aeronave e causar falhas e consequências graves. Não só os aviões correm risco; os helicópteros podem ter suas lâminas atingidas e ter danos irreparáveis” (Costa, 2019, p. 82).

A presença de drones perto de aeroportos tem chamado a atenção das autoridades e provocado uma série de transtornos para a população, como a interrupção das atividades, atrasos e cancelamentos de voos. Essa situação preocupa o setor aéreo, não apenas pelos atrasos e cancelamentos que o fato gera, mas também porque a colisão com uma aeronave pode provocar a queda de um avião (Drones e o risco [...], 2020).

A presença irregular de um drone nas proximidades do aeroporto de Congonhas, na Zona Sul de São Paulo, interrompeu as operações no terminal por 20 minutos no início da tarde de 8 de janeiro de 2019. As aproximações para pouso foram suspensas no local (Pinhoni; Gallo, 2019).

Não foi a primeira vez que um drone provocou o fechamento desse aeroporto. Em 12 de novembro de 2017, um drone desviou pousos, cancelou voos e atrapalhou conexões de centenas de passageiros. O problema afetou o funcionamento do terminal por mais de duas horas e 35 voos que aterrissariam em Congonhas foram desviados para outros aeroportos, como Cumbica (Guarulhos), Viracopos (Campinas), Ribeirão Preto e até de outros estados. As companhias aéreas tiveram que arcar com todas as obrigações legais de assistência aos passageiros afetados em todo o país e estimaram um prejuízo financeiro de mais de R\$1 milhão (Drone [...], 2017).

Pousos e decolagens foram suspensos no Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, por mais de uma hora na noite de 19 de março de 2018 após drones sobrevoarem a área do aeroporto. Treze voos foram afetados pela paralisação das atividades:

seis aeronaves permaneceram em solo, duas ficaram aguardando liberação de pouso e cinco voos foram desviados para os aeroportos de Caxias do Sul, Curitiba e Florianópolis (Pousos [...], 2018).

Com referência a áreas de segurança, elas não devem ser sobrevoadas sem a prévia autorização das autoridades responsáveis pela área envolvida. O operador de drone que realizar o sobrevoo de áreas de segurança, sem a respectiva autorização, “estará sujeito às implicações civis e criminais pertinentes, constantes nas legislações em vigor. Além disso, em alguns casos, está prevista e autorizada a neutralização do equipamento quando se tratar de ameaça” (Brasil, 2023, p. 36).

O Decea considera como áreas de segurança: refinarias, plataformas de exploração de petróleo, depósitos de combustível, estabelecimentos penais, áreas militares, sedes de governos, instalações hidroelétricas, termoelétricas ou nucleares, redes de abastecimento de água ou gás, barragens ou represas, redes de comunicação (como, por exemplo, sítios de antenas) ou de vigilância da navegação aérea (como, por exemplo, radares de vigilância aérea), que se forem danificadas provocarão sério impacto social, econômico, político ou à segurança (Brasil, 2023).

Mesmo com as limitações impostas pelas autoridades regulamentadoras, em razão da sua ampla gama de aplicações e valor operacional significativo, o drone é um recurso aéreo inestimável em circunstâncias complexas ou de alto risco, independentemente de a situação envolver segurança pública ou privada (Cai *et al.*, 2014) em diversos espaços, incluindo os *campi* universitários e seus entornos, nos quais são frequentemente registrados casos de violência que afetam a segurança da comunidade acadêmica.

2.3 Violência e (in)segurança nos *campi* universitários

O processo de expansão do espaço físico dos *campi* universitários e o adensamento urbano em seus entornos — fenômenos observados notadamente a partir da primeira década do século XXI — alteraram de forma expressiva os problemas de segurança (Guimarães *et al.*, 2022; UFSC, 2017). O tamanho de muitos *campi* e a população de estudantes que por eles passaram a transitar diariamente logo superaram a de muitos municípios de pequeno porte (Nunmer, 2013).

Esses locais se transformaram em verdadeiras cidades universitárias que incorporaram, em sua dinâmica, muitas mazelas sociais geradas pela intensa urbanização no

entorno deles. A livre circulação de pessoas dentro dos *campi* tem dado oportunidade a ocorrência de diferentes eventos criminais no espaço físico da universidade (UFSC, 2017), a exemplo do registrado na manhã de 5 de junho de 2018 quando um jovem foi assassinado a tiros dentro do *Campus* Samambaia UFG.

O crime aconteceu próximo ao Diretório Central dos Estudantes (DCE). A ação foi rápida, em um local movimentado, e causou correria entre estudantes e funcionários da universidade. O jovem, que tinha passagens na polícia por tráfico, receptação e roubo, morava próximo ao *Campus* Samambaia e era visto na universidade com frequência, mas não estudava na UFG (Carvalho, 2018).

Em pesquisa sobre violência e sentimento de insegurança nos *campi* das universidades brasileiras, o Núcleo Interdisciplinar de Políticas Públicas (Nipp) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) constatou que a questão mais polêmica associada à segurança, na visão dos gestores das universidades federais, refere-se às festas no espaço dos *campi*. Segundo os pesquisadores, “parece que o assunto festas engloba uma série de eventos em diferentes graus relacionados à segurança tais como assédios, estupros, álcool e drogas, roubos e furtos e até outros crimes. As festas se tornam momentos propícios para estes tipos de eventos” (UFSC, 2017, p. 10).

Um caso desse tipo foi registrado na noite de 15 de setembro de 2017 dentro do *Campus* Samambaia da UFG, quando um estudante foi assassinado e outro jovem ficou ferido em meio a um tiroteio. O homicídio ocorreu durante a festa chamada “Calourada integrada”, organizada pelo DCE (Velasco, 2017; Universitário [...], 2017).

Ocorrência mais recente foi registrada em 27 de janeiro de 2023 na Universidade Federal do Piauí (UFPI): uma estudante foi vítima de estupro e feminicídio — ela teve o pescoço quebrado — durante a festa “Calourada” no interior do campus (Estudante é vítima [...], 2023). Um mestrando foi indiciado pelo crime de homicídio duplamente qualificado (Oliveira; Romero, 2023).

Fatos como esses geram cada vez mais polêmica em torno da segurança dentro das universidades brasileiras, ainda imaginadas ou pensadas como lugares insuspeitos para “a prática de crimes sexuais graves, especialmente os que causam aversão na sociedade, como o estupro (Santos, 2019, p. 39). A universidade é comumente associada à racionalidade, ao conhecimento científico, a mais elevada e refinada educação formal, lugar onde as mulheres estariam protegidas por ser um lugar de intelectuais. Porém não se está protegida da violência nos *campi* universitários (Almeida, 2017).

Recentemente, o registro e a difusão dos crimes violentos como o roubo/latrocínio e estupro no interior das universidades brasileiras, que até então tinham como expoente principal episódios, em geral, vinculados aos trotes homofóbicos/machistas, trouxeram para esses espaços o debate sobre a necessidade, a função e os limites da prevenção, do controle e da punição. O que era sempre um objeto de problematização externo, a violência na sociedade, passou também a ser vivido como um problema interno nas universidades (Oliveira; Santibanez, 2015, p. 9).

A violência nesses espaços cria um sentimento generalizado de insegurança, porque “mesmo os estudantes que não sofrem diretamente a agressão experimentam seus efeitos por terem presenciado diretamente o ocorrido ou por terem tomado conhecimento dele por meio de colegas ou das reportagens veiculadas na mídia” (Nummer *et al.*, 2017, p. 119-120). Outro aspecto importante nesse contexto, segundo as autoras, é que o “medo do crime no campus tem muito mais a ver com uma expectativa em relação à criminalidade que vem do lado de fora dos muros da Universidade do que da efetiva ocorrência de criminalidade no interior do campus” (Nummer *et al.*, 2017, p. 123).

A sensação de insegurança alimenta a crença de que, atualmente, os crimes são mais frequentes e violentos do que anos atrás, mesmo que pesquisas científicas mostrem o contrário (Adorno; Lamin, 2014), a exemplo das que embasam o 17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública, editado pelo Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP) e divulgado em julho de 2023, que **“aponta que nenhuma cidade goiana está entre as 50 mais violentas do país”** (Cidades [...], 2023, grifos nossos). É o que revelam os dados levantados no período de 2021 a 2022, referentes às taxas de mortes violentas intencionais (FBSP, 2023).

Considerada a 21ª cidade mais violenta do mundo em 2013, a 23ª em 2015 e a 29ª cidade do planeta com mais registro de homicídios dolosos em 2015, conforme dados publicados pela organização não governamental mexicana Conselho Cidadão para a Segurança Pública e a Justiça Penal, Goiânia agora Figura entre as capitais mais seguras do Brasil (Maia, 2023, grifos nossos).

Os dados divulgados pelo FBSP indicam que a capital de Goiás registrou 138 homicídios dolosos em todo o ano de 2022, uma redução de 18,8% em relação a 2021, quando Goiânia registrou 170 assassinatos. Os números mostram que houve substancial mudança no quadro de segurança da capital goiana, que entre 2012 e 2018 experimentou índices de criminalidade alarmantes. Em 2015, por exemplo, a taxa de mortes por 100 mil moradores chegou a 43,38, o que colocou a cidade entre as 30 mais violentas do mundo (Maia, 2023).

Apesar de essas estatísticas mostrarem queda no número de crimes, ainda vivemos “tempos bárbaros que nunca nos abandonaram e que tonificaram a escalada da violência em face do adensamento populacional ocorrido nos grandes centros urbanos nas últimas décadas” (Cerqueira, 2015, p. 9).

No primeiro semestre de 2023, o país teve 19,7 mil mortes violentas intencionais (categoria que soma homicídios dolosos, incluindo feminicídios), latrocínios e lesões corporais seguidas de morte) — média de quase 110 por dia —, contra 20,4 mil no mesmo período de 2022, o que representa uma queda de 3,4%. Os números foram divulgados pelo Monitor da Violência, parceria entre o G1 — portal de notícias da Globo —, o Núcleo de Estudos da Violência (NEV) da Universidade de São Paulo (USP) e o FBSP, que analisa dados oficiais dos 26 estados brasileiros e do Distrito Federal (NEV, 2023). Segundo especialistas do FBSP e do NEV, “embora a redução desses indicadores seja notícia que merece ser comemorada, seguimos como um país extremamente violento” (Pinhoni; Velasco; Gallo, 2023).

No mesmo período, 722 mulheres foram vítimas de feminicídio no Brasil, crescimento de 2,6% comparado ao mesmo período do ano anterior, quando 704 mulheres foram assassinadas por razões de gênero. É o maior número da série histórica para um primeiro semestre já registrado pela entidade desde 2019 (FBSP, 2023). O país também registrou 34.428 casos de estupro e estupro de vulnerável de meninas e mulheres no primeiro semestre de 2023 — crescimento de 16,3% em relação ao mesmo período do ano passado. Isso significa que a cada oito minutos uma menina ou mulher foi estuprada entre janeiro e junho no Brasil (FBSP, 2023).

Sobre esse e outros tipos de violência nos *campi*, Costa Junior (2020) considera que o grande número de pessoas que circulam nesses espaços portando dinheiro e objetos de valor, de estabelecimentos comerciais e de veículos, fez com que esses ambientes se tornassem um espaço atrativo para a prática de crimes. E não se pode ignorar, nesse contexto, as estruturas espaciais dos *campi* universitários, muitas vezes compostas por espaços vulneráveis à violência, como bosques e áreas com mata densa.

2.4 Os perigos escondidos no bosque do *Campus* Samambaia

Especificamente em relação à UFG, há que se olhar com atenção para as áreas de vegetação localizadas no interior do *Campus* Samambaia e que podem servir de rota de fuga

humanos em qualquer ambiente, revelando desde esconderijos e túneis a detalhes de edificações e residências urbanas (Salles, 2018).

Não sem motivos, a utilização de drones, especificamente para segurança pública e inspeção visual de instalações prediais, vem adquirindo grande importância em instituições de ensino, pesquisa e extensão pelo fato de se poder monitorar áreas de difícil acesso, desde telhados de casas e edifícios até porções de vegetação internas, como as do bosque Auguste Saint Hilaire no interior do *Campus Samambaia* da UFG (Figura 7).

Figura 7 – Imagem aérea do *Campus Samambaia* da UFG com Bosque August Saint Hilaire em destaque



Fonte: Soveral e Araújo (2022)

Esses equipamentos têm sido frequentemente usados por agentes de segurança pública em operações policiais no Brasil. Na cidade de Vitória (ES), por exemplo, um drone vigia trilhas de fuga de bandidos do tráfico em matas, ajudando a polícia a monitorar rotas utilizadas por bandidos em morros da cidade. O drone também é apontado como um instrumento para dar segurança ao deslocamento dos policiais dentro dos morros, por terem muitos locais de difícil acesso e que podem ser armadilhas contra os PMs, como lajes, vielas e becos (Drone vai vigiar [...], 2019).

Dois helicópteros e drones foram usados em uma operação em uma região de mata densa, que dá acesso há vários morros de Vitória, em 24 janeiro de 2019. Drogas e

adaptadores usados em armas foram apreendidos. Os recursos por meio aéreo estão sendo usados pelas polícias para procurar os criminosos em locais de difícil acesso e visualização (Polícia [...], 2019).

Com o apoio de sensor de calor e drones, a Polícia Militar conseguiu capturar, em 30 de setembro de 2019, integrantes de uma quadrilha que aterrorizava o Norte de Minas há cerca de uma semana. Eles estavam escondidos em uma mata na zona rural (Sensor [...], 2019). Um drone termal também foi usado no Pará para localizar assaltantes que se separaram e entraram em mata fechada para tentar fugir do cerco policial. Do alto, o equipamento, que mapeia em vermelho pontos de calor, foi fundamental para localizar os criminosos escondidos na mata fechada (Figura 8). A ferramenta também colabora na proteção e deslocamento de policiais em áreas de mata (Rabelo, 2023).

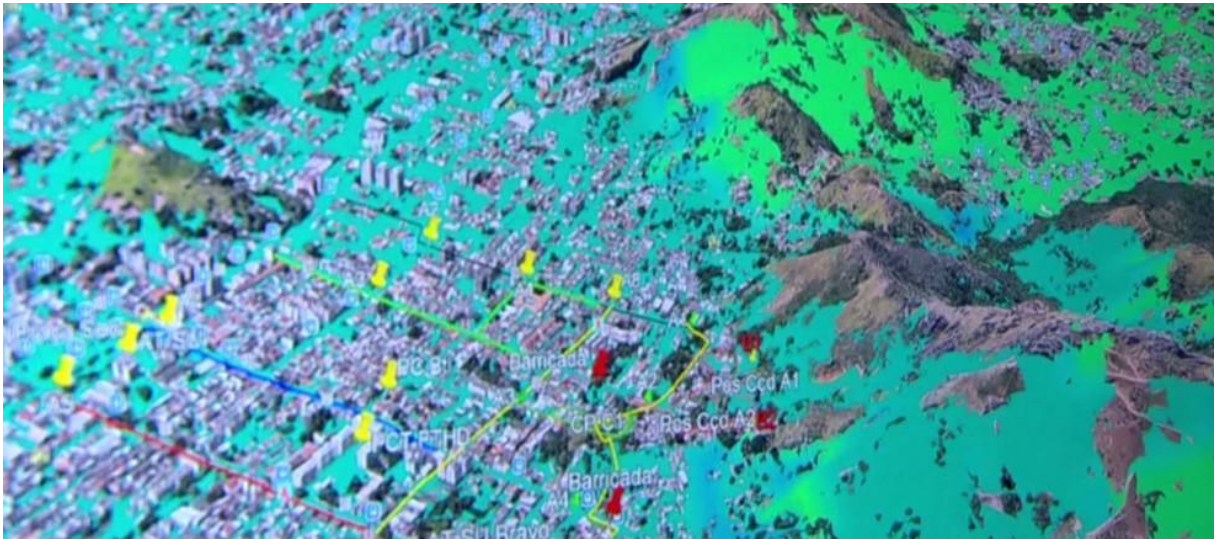
Figura 8 – Drone termal ajuda a localizar assaltantes escondidos na mata no Pará



Fonte: Rabelo (2023)

O mesmo tipo de equipamento ajudou a localizar bandidos em fuga da Praça Seca para o Lins no Rio de Janeiro. O drone foi fundamental na operação das forças de segurança nos complexos de favelas na Praça Seca, na Zona Oeste, e do Lins, na Zona Norte. Pelas imagens aéreas (Figura 9), os agentes puderam ver para onde os bandidos estavam indo. Praça Seca e Lins estão separados por, pelo menos, seis quilômetros de trilhas em serra e mata fechada, mas o drone ajudou na estratégia (Haidar, 2018).

Figura 9 – Imagens de drone ajudaram a mapear os pontos na Praça Seca



Fonte: Haidar (2018)

Como se pode constatar, “a perseguição de criminosos mais efetiva pelo uso dos drones é mais um benefício trazido para as operações policiais” (Costa, 2019, p. 18), visto que o difícil acesso a determinados locais é sanado pelas imagens dadas pelo drone, que consegue remotamente perseguir o suspeito a permitir sua captura de forma mais fácil.

Mas o perigo não se esconde apenas nas áreas de mata. Os drones ajudam também a detectar criadouros de mosquitos que colocam em alerta as universidades brasileiras, visto que a proliferação de vetores como o mosquito *Aedes aegypti*, adaptado ao ambiente urbano, tem tornando os frequentadores dos *campi* universitários vulneráveis a surtos de doenças como as arboviroses, notadamente dengue, chikungunya, zika e febre amarela.

2.5 Arboviroses preocupam autoridades sanitárias

Além da insegurança gerada pela violência que ronda os *campi* universitários, as pessoas que por eles circulam correm o risco de contrair arboviroses — “doenças causadas por um grupo de vírus ecologicamente bem definido chamado arbovírus” (Rosa *et al.*, 2000, p. 3) — que podem ser transmitidas ao ser humano por meio da picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. As de maior ocorrência no território brasileiro são a dengue e a chikungunya, mas a zika e a febre amarela também preocupam as autoridades sanitárias.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Brasil é o país com maior incidência de dengue no mundo. Foram 2,9 milhões de casos notificados de 1º de janeiro a 11

de dezembro de 2023, o que corresponde a mais da metade dos 5 milhões de diagnósticos registrados globalmente (Yoneshigue, 2023; Castro, 2023).

Em 2023, o Brasil bateu o recorde do ano com mais mortes causadas pela dengue. De acordo com o painel de monitoramento das arboviroses, mantido pelo Ministério da Saúde, foram 1.079 óbitos confirmados até 27 de dezembro, além de outros 211 em investigação. Antes, o ano com mais vítimas fatais era 2022 que, segundo a última atualização da série histórica da pasta, contabilizou 1.053 vidas perdidas. Em 2022, foi também a primeira vez que o país ultrapassou a marca de mil mortes pela doença em apenas 12 meses (Yoneshigue, 2023; Dengue: Brasil [...], 2023).

De acordo com dados da Prefeitura de Goiânia, foram notificados 23.022 casos de 1º de janeiro ao final de dezembro de 2023, sendo 19.213 confirmados, 33 casos graves e seis óbitos confirmados. A Tabela 1 mostra a evolução dos casos desde 2015, quando foram notificados 80.523 casos com 21.524 confirmados.

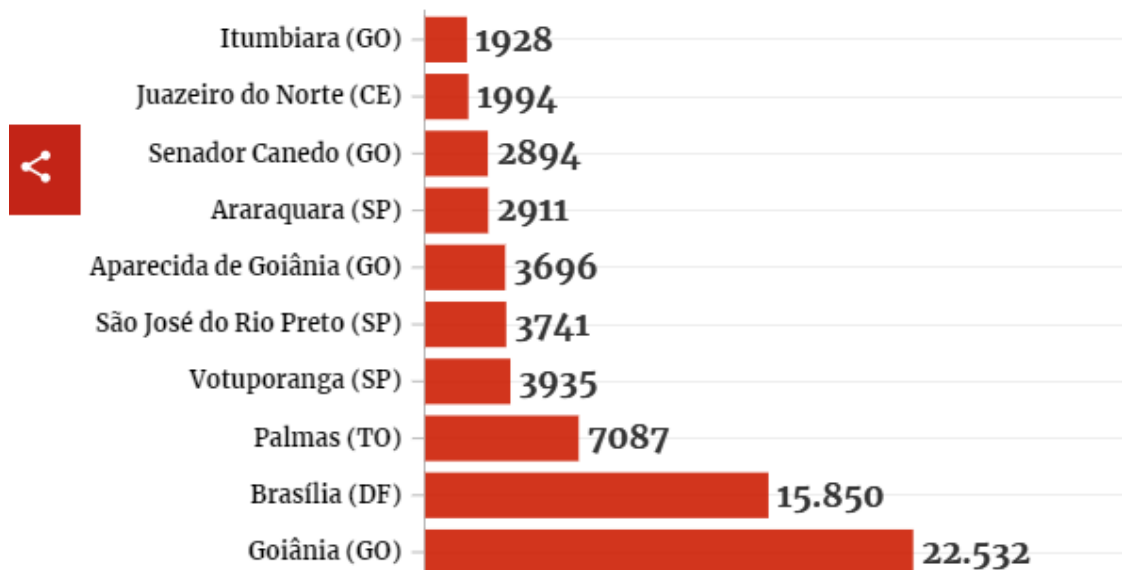
Tabela 1 – Demonstrativo da situação epidemiológica da dengue em Goiânia de 2015 a 2023

Ano	Casos Notificados	Casos confirmados	Casos Prováveis**	Taxa de incidência (x 100.000 hab)***	Total de casos Graves	Proporção de Casos Graves****	Aumento ou redução de Casos Prováveis em relação ao ano anterior
2023*	23022	19213	19913	1385,4	33	0,2	-63,9
2022	60454	45349	55166	3838,0	114	0,3	365,3
2021	14280	10073	11.889	3589,9	12	0,1	- 9,5
2020	16241	10028	13.135	784,2	10	0,1	- 60,7
2019	35512	24540	33405	878,2	79	0,3	10,7
2018	33327	15223	30189	2284,1	81	0,5	- 4,9
2017	34269	13353	31734	2090,0	59	0,4	- 46,1
2016	61288	13161	58910	2218,1	82	0,6	- 24,0
2015	80523	21524	77482	4117,6	196	0,9	193,8

Fonte: Prefeitura de Goiânia (2023)

Nota-se que 2015 e 2016 foram os anos com maior incidência de casos de dengue, registrando-se crescente redução até o final de 2021. Em 2022 os números voltaram a se expandir, com 60.454 notificações e 45.349 casos confirmados em Goiânia. As estatísticas do Ministério da Saúde colocaram a capital goiana na posição de município com mais casos prováveis da doença do país em 2022 (Alcântara, 2022), como mostra a Figura 10.

Figura 10 – Municípios brasileiros com mais casos prováveis de dengue em 2022



Fonte: Alcântara (2022)

Tudo indica que o Brasil enfrentará em 2024 a pior epidemia de dengue de sua história. Vários estados e municípios decretaram estado de emergência. Segundo o Ministério da Saúde, até 22 de março de 2024 foram registrados 2.045.277 casos, com coeficiente de 954,2 casos a cada 100 mil habitantes, e 715 mortes confirmadas, enquanto outros 1.078 óbitos estavam sendo investigados por supostamente terem relação com a doença (Westin, 2024; Pupulim, 2024).

Os dados de dengue apresentados em informe do Ministério da Saúde e divulgados aos veículos de comunicação social apontam que o Centro-Oeste é a região com maior coeficiente de incidência e que Goiás lidera em número de casos. Entre os municípios goianos, Goiânia ultrapassou, em fevereiro, a média de casos dos últimos cinco anos, com 5,7 mil notificados (Macêdo, 2024).

O boletim epidemiológico nº 12 da Secretaria de Saúde de Goiânia (2024), apresentado em março, informa que em 2024 foram notificados 16.920 casos prováveis de dengue, com 8.626 confirmados, quatro óbitos por dengue foram confirmados e quinze óbitos estavam em investigação. Os números apontam para uma epidemia da doença, colocando a capital goiana em situação de emergência.

O excesso de calor e chuva desde o final de 2023, a circulação simultânea no Brasil de todos os quatro sorotipos do vírus da dengue e o crescimento das cidades estão entre as razões mais evidentes da explosão da doença (Westin, 2024). De acordo com o médico epidemiologista e professor da Universidade Federal de Goiás, João Bosco Siqueira Júnior,

citado por Macêdo (2024), os países de clima tropical sofrem muito com a proliferação do mosquito transmissores da dengue. Ele destacou que a temperatura ideal para o mosquito é entre 25°C e 32°C e Goiás tem essa condição climática muito favorável quase o ano todo.

Existem os lugares mais óbvios, que os agentes de combate a endemias localizam com facilidade, como ralos, pratinhos dos vasos de plantas, caixas d'água descobertas ou com tampa quebrada e latas e pneus que ficam no quintal. E há criadouros do mosquito que são menos óbvios, entre eles as lajes expostas e as calhas (canaletas no telhado que recolhem e escoam a água da chuva). Basta que folhas de árvores se acumulem na calha para que a água fique perigosamente empoçada (Westin, 2024).

Em relação à chikungunya, até dezembro de 2023 foram notificados 145,3 mil casos da doença no Brasil, com taxa de incidência de 71,6 casos por 100 mil habitantes. Em comparação com o mesmo período de 2022, quando foram notificados 264,3 mil casos (123,9 casos por 100 mil habitantes), a redução foi de 45%. Em 2003 foram confirmados 100 óbitos provocados pela doença (Laboissière, 2023).

Na capital goiana, foram notificados 569 casos de chikungunya em 2023 e 445 casos foram confirmados (78,7%). Houve registro de três óbitos. Na Tabela 2 se pode ver queda significativa em relação a 2022, quando foram contabilizadas 1.462 notificações e 1.239 casos confirmados, números bem superiores aos registrados desde 2016.

Tabela 2 – Demonstrativo da situação epidemiológica da chikungunya em Goiânia de 2016 a 2023

Ano	Casos Notificados	Casos Confirmados	Óbitos confirmados	Tx de letalidade	Tx de Incidência**/100 mil hab
2023*	569	445	3	0,7	29,0
2022	1462	1239	3	0,2	80,7
2021	141	106	0	0,0	6,9
2020	16	0	0	0,0	0,0
2019	65	2	0	0,0	0,1
2018	67	1	0	0,0	0,1
2017	80	12	0	0,0	0,8
2016	51	12	0	0,0	0,8

Fonte: Prefeitura de Goiânia (2023)

Quanto à zika, em 2023 foram notificados 23 casos em Goiânia, sendo 22 descartados por critério laboratorial e um estava em investigação. No mesmo período foram registrados

seis casos de febre amarela em humanos na capital goiana, todos descartados por critério laboratorial (Prefeitura de Goiânia, 2023).

Segundo Menezes e Nunes (2022, p. 3) “a predominância de focos do mosquito [*Aedes aegypti*] tem maior incidência em imóveis residenciais, constituindo o maior percentual em depósitos tipo tambores, baldes, tanques, filtros de barro, potes ou bacias (Menezes; Nunes, 2022, p. 3). Mas o perigo dos focos de criadouro do mosquito pode estar em marquises e no alto de casas e edifícios, principalmente em telhados, calhas e outros locais onde existam poças d’água acumulada.

Pensando nisso, em 2018 a Comissão de Combate à Dengue da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) testou, em caráter experimental, um novo instrumento para prevenir a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*: um drone. O equipamento, de uso da Secretaria de Segurança Institucional (SSI) da UFSC, permitiu observar possíveis focos de reprodução do mosquito em telhados e demais coberturas de prédios na universidade (Nova arma [...], 2018).

Para identificar esses focos, cidades como Limeira e Santos, no estado de São Paulo, Chapecó, em Santa Catarina, e municípios mineiros como Sabará, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, e Campo Belo, no sul do estado, estão usando o drone para detectar possíveis focos do mosquito da dengue em locais de difícil acesso para os agentes de fiscalização, como telhados, marquises, coberturas de prédios e imóveis fechados ou abandonados (Coberturas [...], 2016).

Em março de 2023 a Prefeitura de Vitória passou a utilizar drones para mapear imóveis onde há dificuldade do ingresso dos agentes de combate às endemias e também para identificar os possíveis focos do mosquito, como terrenos baldios, casas com acúmulo de água em objetos que possam servir como criadouros do transmissor da dengue, zika e chikungunya (Dengue [...], 2023). O equipamento é utilizado também para mapeamento fotográfico de piscinas sem tratamento, caixas d’água sem tampa ou lajes com água parada (Chapecó [...], 2023).

Erna Kroon, professora do Departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) afirma que, “certamente, os locais altos também são um risco para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. O drone pode ser um grande aliado nessa guerra contra o mosquito” (Kroon citada em Coberturas [...], 2016).

3 ÁREA DE ESTUDO, MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo se apresenta como uma pesquisa descritiva de abordagens qualitativa e quantitativa, com base na tecnologia de drones em ambientes acadêmicos de grande movimento, além do uso de softwares e aplicativos, um deles da própria UFG.

De forma geral, a pesquisa se baseou nas seguintes etapas: 1) escolha das áreas de bosque a serem inspecionadas por sensoriamento remoto, a partir de drones equipados com câmera termal e RGB; 2) escolha de voluntários desempenhando o papel de pessoas escondidas nas áreas sobrevoadas, em pontos georreferenciados no interior das áreas de vegetação densa e esparsa; 3) início dos testes para inspeção de infraestrutura predial, com a escolha dos edifícios a terem telhados e calhas imageados por drone; 4) solicitação de autorização de voo nas áreas-teste do *Campus* Samambaia; 5) execução dos planos de voo; 6) tratamento e análise das imagens para geração de ortomosaicos RGB e termal referentes às áreas de bosque e edificações, seguido pela obtenção e análise dos resultados.

Ao percebermos a dificuldade de detectar pessoas escondidas no interior de áreas de bosque por meio dos ortomosaicos com uma visão termal com foco a partir do nadir, vimos a necessidade de realizar filmagens noturnas com o mesmo tipo de sensor, na esperança de explorar os diferentes ângulos de visão, onde a radiação de calor dos corpos poderia ser observada pelas possíveis clareiras por causa dos diferentes níveis altimétricos do dossel da vegetação, bem como explorar outras tecnologias do drone, como refletor e alto-falantes com mensagem pré-programada. Assim, executamos mais dois planejamentos de voos, execução, processamento e avaliação das imagens.

A primeira fase deste mestrado consistiu na realização de disciplinas obrigatórias e eletivas do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) da UFG, seguida por ampla pesquisa de literatura referente ao tema principal, incluindo monografias, dissertações, teses, livros e artigos científicos publicados em periódicos especializados. Ainda nesta fase, realizou-se uma pesquisa documental, incluindo leis, portarias, regimentos, tutoriais, buscando compreender todos os aspectos do uso dessa tecnologia, vantagens e limitações, para se alcançar os objetivos gerais e específicos elencados no projeto.

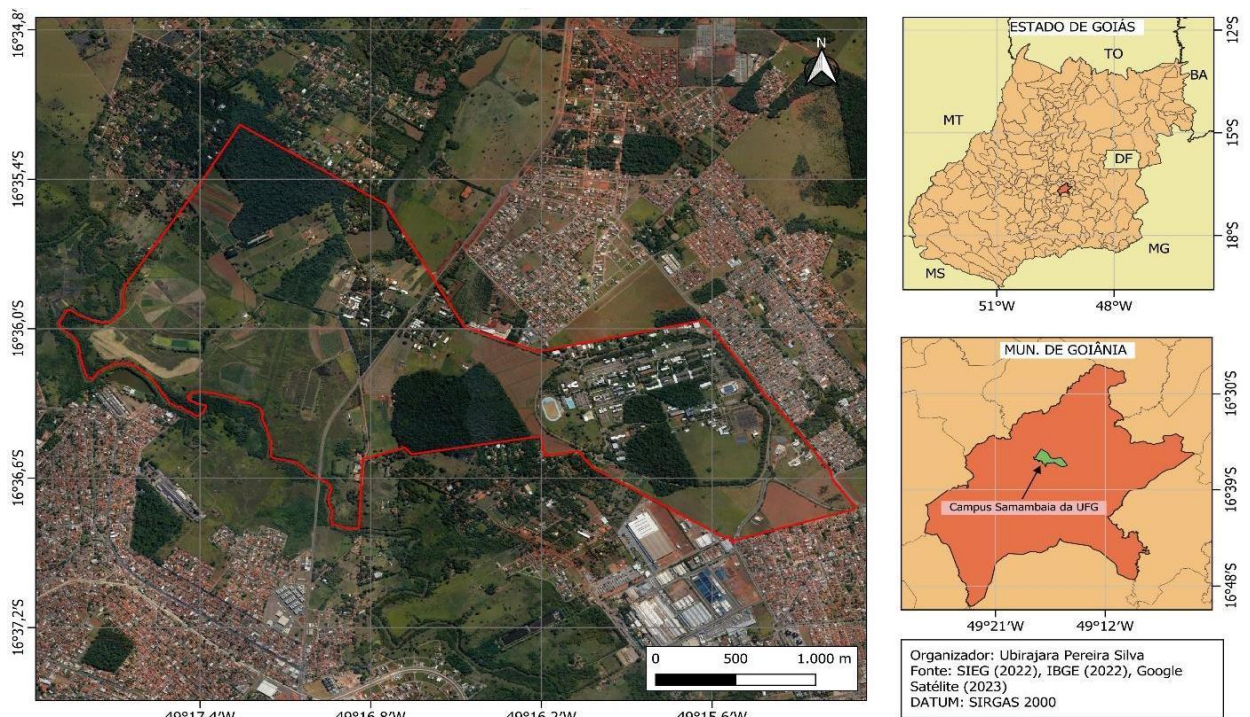
A segunda fase consistiu no reconhecimento do objeto de estudo, observando-se causas e efeitos, bem como os detalhes da tecnologia de sensoriamento e processamento de imagens, para logo em seguida dar início aos ensaios com os drones selecionados. Realizamos com sucesso todos os sobrevoos nas áreas de estudo, com apoio de acadêmicos e

infraestruturas do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig), mais especificamente de seu núcleo de estudos e capacitação em drones, ligado ao Programa de Pesquisa e Capacitação com Veículos Aéreos não Tripulados (Pro-Vant).

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no *Campus* Samambaia da Universidade Federal de Goiás, coordenada central 16°36'06" S e 49°54'07" W (Google Earth, 2023), Setor Vila Itaitiaia, município de Goiânia, estado de Goiás. A Figura 11 mostra o mapa de localização do *Campus* Samambaia.

Figura 11 – Mapa de localização do *Campus* Samambaia da UFG



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

O *campus* tem área total de 4.662.400 metros quadrados (Seinfra, 2007), com vegetação de Cerrado composta por fisionomias florestal e savânica em sessões naturais densas, com algumas inexploradas, e porções de vegetação antrópica entremeadas por grandes edificações, bem como, área rural destinada aos estudos de lavouras e criação de animais, margeada em parte pelo rio Meia Ponte e cortada pelo córrego Samambaia.

3.2 Equipamentos e procedimentos

Dentre os materiais empregados, destacam-se dois equipamentos pertencentes ao Pro-Vant. Um deles é o drone DJI Phantom 4 Pro com sensor RGB (Figura 12).

Figura 12 – Drone DJI Phantom 4 Pro

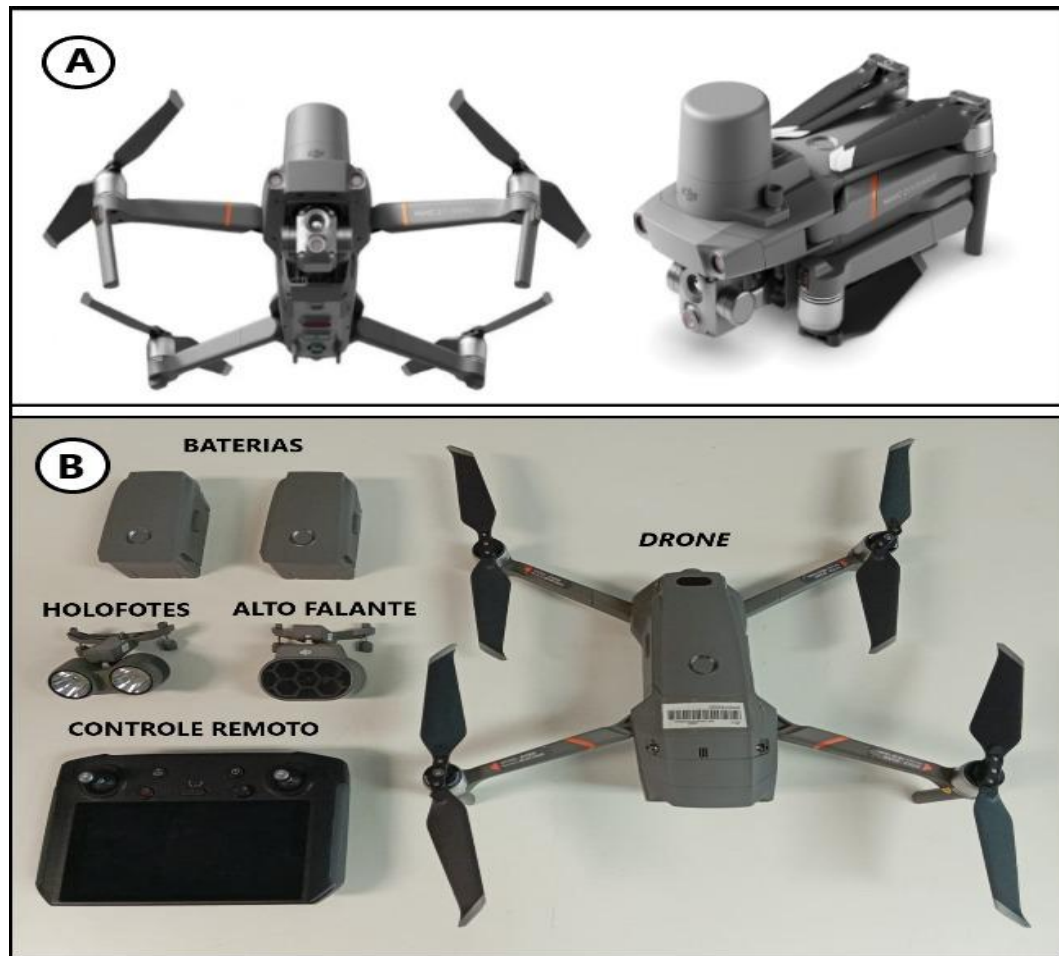


Fonte: DJI (2022)

O modelo DJI Phantom 4 Pro, recomendado para imageamentos diurnos, possui uma câmera em 4K de 20 M-pixels efetivos, com bateria suficiente para 30 minutos voo, velocidade de 60 Km/h em condições normais de vento, temperatura e pressão, com alcance de seis km de distância do rádio controle (operador), *gimbal* (berço da câmera) de 3 eixos para ângulos da câmera em filmagens, peso de 1.375g, sensor de obstáculos, 32 GB de memória interna e Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS).

Outro equipamento de destaque nesta pesquisa é o drone DJI Mavic 2 Enterprise Advanced Dual (Figura 13A), com sensores RGB e termal (faixa do visível e infravermelho termal). Além dos sensores imageadores, esse drone traz acessórios importantes, como holofote e alto-falante (Figura 13B) — diferenciais na vertente de segurança do *Campus Samambaia*.

Figura 13 – Drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual e acessórios



Fonte: DJI (2024)

O modelo Mavic 2 Enterprise Advanced Dual é recomendado para realizar sensoriamento remoto durante o período diurno, por possuir uma câmera RGB de alta resolução de 48 M-pixels efetivos, bem como uma câmera que captura imagens no infravermelho termal. Sua bateria tem duração de 30 minutos, podendo alcançar velocidade máxima de 72 Km/h em condições normais de vento, temperatura e pressão, alcance de 10 Km de distância do rádio controle (operador), *gimbal* (berço da câmera) de 3 eixos para flexibilizar o ângulo da câmera em filmagens, peso de 1.100 kg, sensor de obstáculo, 24 GB de memória interna e GNSS.

Ambos os drones são da categoria multirrotores elétricos, do tipo quadricópteros. De acordo com a classificação da Anac, ambos pertencem à classe 3, ou seja, pesam até 25 quilos. Também integra a relação de materiais um software PIX4D Mapper para processamento de fotos aéreas e geração dos ortomosaicos. Ele é indicado para o

processamento das fotos aéreas obtidas por drones ou aeronaves tripuladas, visando à geração dos mosaicos aerofotogramétricos, com vários recursos, tais como:

- a) Geração de nuvem de pontos 3D para cálculo de volume de objetos naturais ou artificiais, com altura de base ajustável e visualização detalhada para medições mais precisas.
- b) Ortomosaico: mapa aéreo de alta resolução com perspectiva corrigida, facilitando a geração de dados geográficos e mapas.
- c) Linhas de contorno: gera curvas de nível para uma representação simplificada da topografia, além de modelo digital de superfície e terreno, mapa de lavagem georreferenciado preciso, pronto para trabalho em Sistema de Informações Geográficas, mapa de calor, modelo texturizado 3D, malha triangular totalmente 3D com texturização fotorrealista, perfeita para compartilhamento e visualização online.
- d) Geração de índices espectrais, tais como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI, na sigla em inglês para *Normalized Difference Vegetation Index*), para cálculo da atividade fotossintética da vegetação e outros dados derivados (ex.: biomassa, degradação da vegetação).

Ao todo, foram executados 10 sobrevoos nos edifícios da Reitoria, do Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa) e da Biblioteca Central, além de duas áreas de bosque: uma com vegetação esparsa e outra com vegetação densa.

Em todos os voos foram atendidas as regulamentações da Anac e do Decea. Esses sobrevoos foram realizados a 60 metros de altura (referência local) nas áreas selecionadas para a pesquisa, sendo a altura máxima permitida no *Campus Samambaia* em função de este se encontrar em cone de aproximação de aviões que decolam e aterrisam no aeroporto de Goiânia.

As fotografias aéreas registradas nos voos foram processadas no software PIX4D Mapper, visando à geração dos mosaicos aerofotogramétricos, apresentados no tópico de Resultados e discussão.

Foram programados e realizados 10 sobrevoos, sendo cinco nas mesmas áreas de bosque, divididos em dois diurnos e um noturno para geração de ortomosaicos, a fim de tentar encontrar pessoas escondidas nos interiores das vegetações densa e esparsa, além de dois específicos para filmagens termal e RGB, também com os mesmos objetivos, e cinco sobre as mesmas edificações, dois nos três edifícios selecionados no período de seca e três em período chuvoso. No caso das edificações, buscamos experimentar se a tecnologia é capaz de observar

acúmulo de água ou lixo nos telhados e calhas dos prédios, com intuito de reduzir o risco de proliferação de insetos transmissores de doenças como a dengue e a febre amarela. Essas ações foram realizadas de comum acordo com a Coordenação de Manutenção de Parques e Jardins da UFG.

Esta pesquisa foi finalizada com uma proposta para aperfeiçoar a gestão de segurança e infraestrutura da UFG, com a criação de núcleos exclusivos para desenvolver trabalhos com drones, tanto para a gestão de segurança por meio da Secretaria de Promoção da Segurança e Direitos Humanos (SDH) quanto para a gestão da infraestrutura por meio da Seinfra, com a indicação de um dos drones por nós usados nesta pesquisa e, em um segundo momento, a aquisição de equipamentos mais modernos e tecnologicamente mais avançados. Esses núcleos teriam pessoal treinado para realizar sobrevoos periódicos em edificações que tendem a acumular entulhos e poça d'água, visando maior controle na proliferação de insetos transmissores de dengue e febre amarela, ou de avarias de maior gravidade, bem como para monitorar áreas e acompanhar as ações de segurança no interior do *Campus Samambaia*.

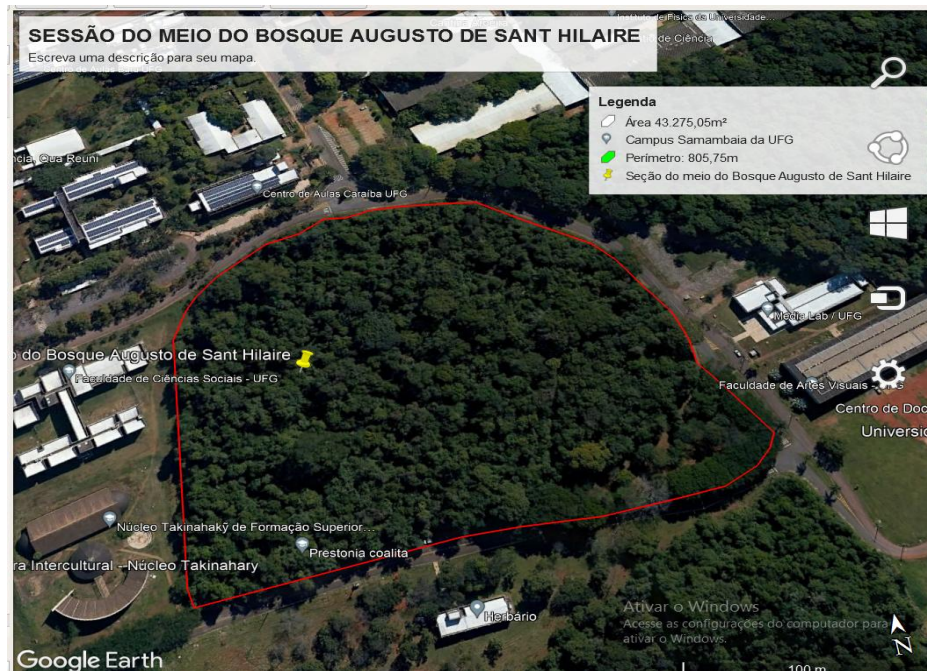
Quanto aos locais selecionados para desenvolvimento da pesquisa na sua vertente de gestão da segurança, destacam-se uma seção de bosque de vegetação de grande porte, porém mais esparsa (Figura 14), e uma seção no bosque August de Saint Hilaire, com vegetação mais densa (Figura 15).

Figura 14 – Bosque com vegetação esparsa



Fonte: Google Earth (2023)

Figura 15 – Bosque com vegetação densa



Fonte: Google Earth (2023)

Os locais selecionados para desenvolvimento da pesquisa na sua vertente de gestão da infraestrutura são os prédios do Iesa (telhado), da biblioteca e da Reitoria (telhado), que podem ser observados em destaque na Figura 16.

Figura 16 – Imagem do *Campus Samambaia* com prédios do Iesa, da Biblioteca e da Reitoria

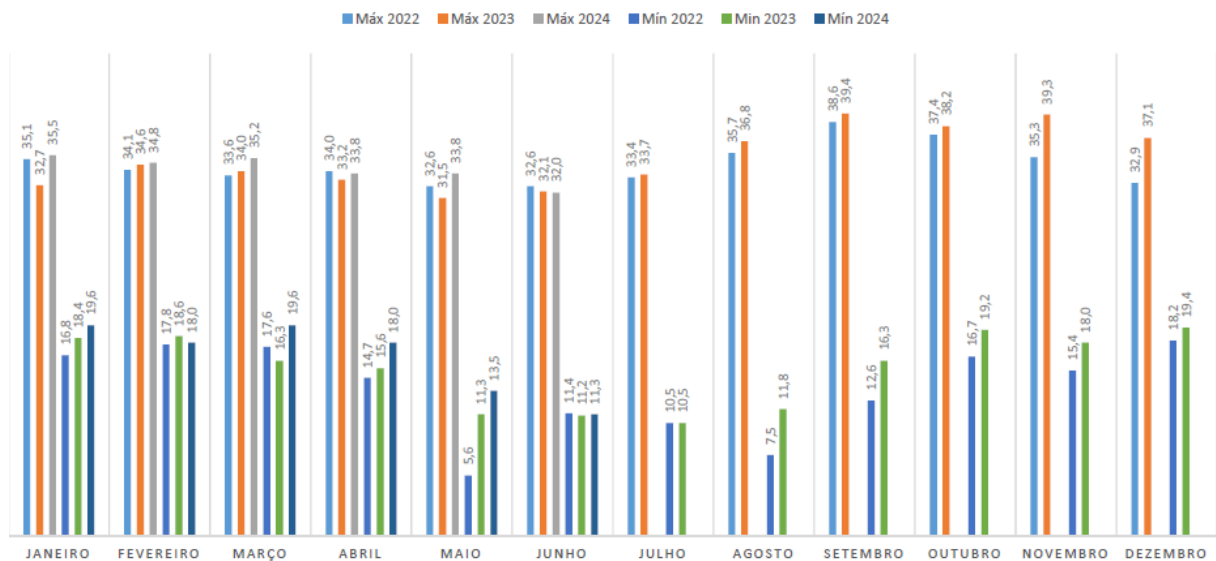
Fonte: Google Earth (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, expomos e discutimos os resultados obtidos com 10 sobrevoos feitos nas áreas de estudo, sendo cinco referentes à gestão da segurança e cinco relacionados à infraestrutura predial. Também fazemos observações sobre os drones utilizados na pesquisa e apresentamos proposta para aperfeiçoar a gestão de segurança e infraestrutura da UFG.

Considerando que os experimentos com drones foram realizados em dois períodos distintos (noturno e diurno) e em duas diferentes épocas do ano (de seca e de chuvas), quando se observam significativas variações de temperatura, julgamos coerente informar as temperaturas máximas e mínimas registradas em Goiânia pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2024) no período de desenvolvimento desta pesquisa, mostradas nos gráficos correspondentes à Figura 17.

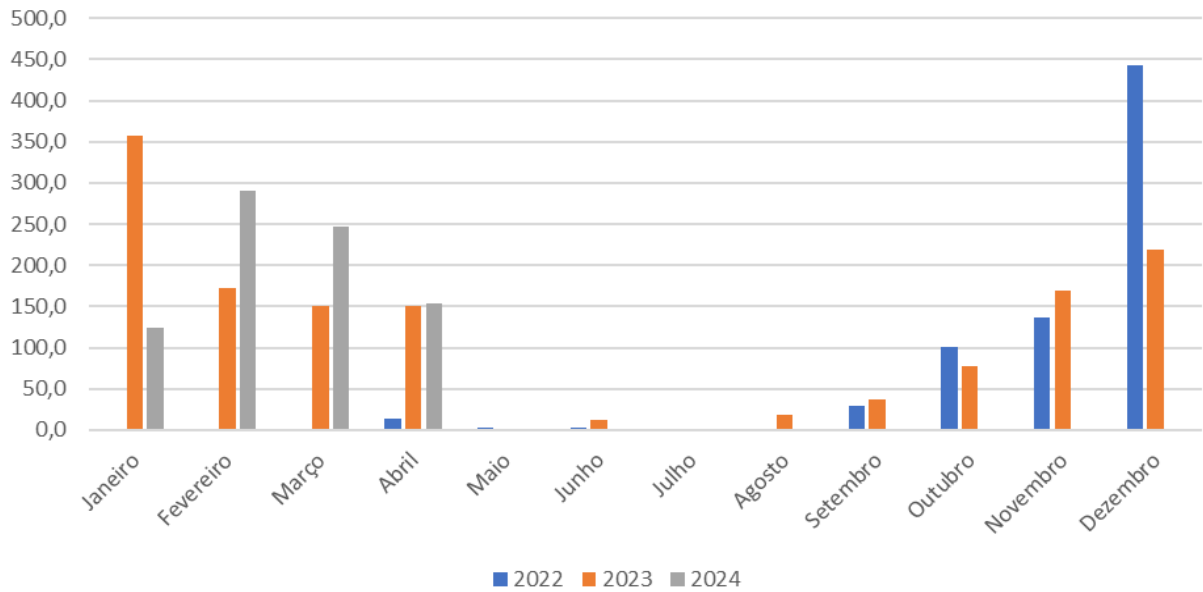
Figura 17 – Temperaturas máximas e mínimas em Goiânia de janeiro de 2022 a junho de 2024 (°C)



Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados do Inmet (2024)

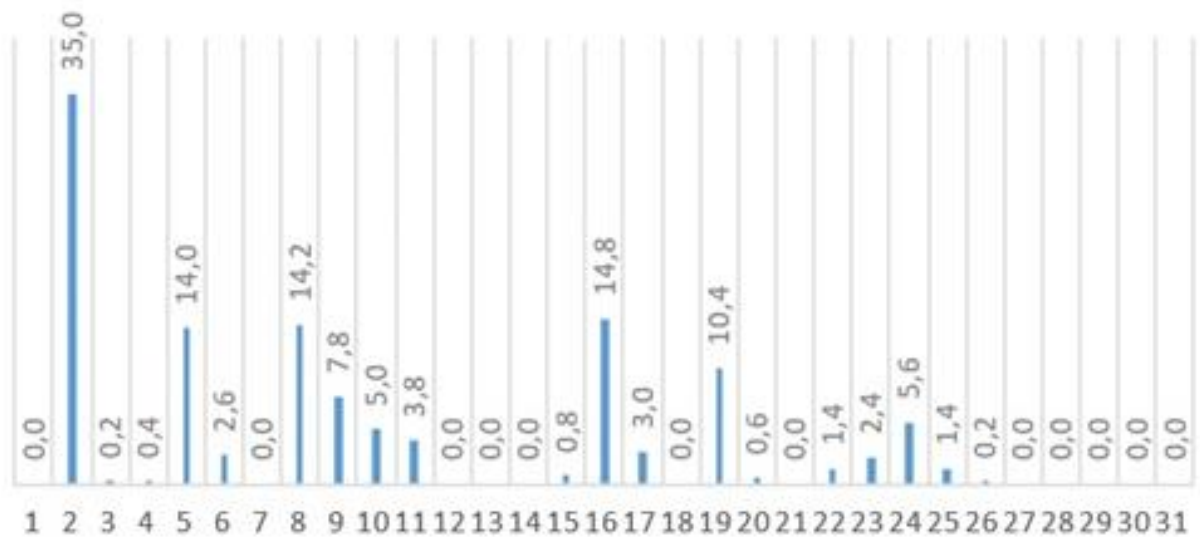
Como falamos aqui em sobrevoos feitos em situação de pós-chuva, consideramos importante também apresentar os dados do Inmet referentes aos volumes de precipitação mensal em Goiânia, medidos pela estação meteorológica localizada no setor Jaó — a mais próxima do *Campus* Samambaia (distante cerca de 6 km da UFG) —, no período de janeiro de 2022 a junho de 2024, coincidente com o desenvolvimento desta pesquisa, reunidos na Figura 18, destacando, na Figura 19, os volumes diários registrados em janeiro de 2024, quando experimentos com drone foram realizados.

Figura 18 – Volumes mensais de precipitação em Goiânia entre abril de 2022 e julho de 2024 (mm)



Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados do Inmet - Estação Jaó (2024)

Figura 19 – Volumes diários de precipitação em Goiânia em janeiro de 2024 (mm)



Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados do Inmet – Estação Jaó (2024)

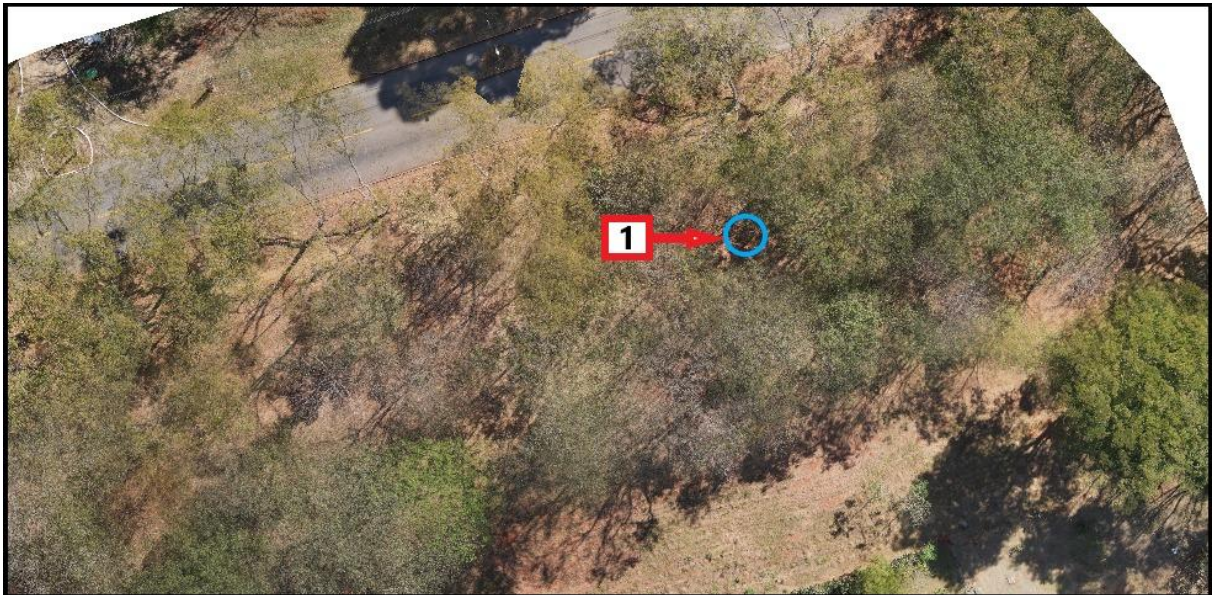
4.1 Experimentos na vertente de gestão da segurança

Na vertente da pesquisa relacionada à segurança, cinco voos foram realizados, sendo os dois primeiros em 4 de agosto de 2023, na área de bosque próxima ao Lapig, às 10h15min, e outro no bosque August de Saint Hilaire às 10h50min. Nesses casos, o objetivo foi avaliar a eficiência do drone em detectar com certa exatidão a localização de pessoas georreferenciadas escondidas no interior da mata, em períodos diurno e noturno, simulando auxílio das equipes

de segurança na busca por supostos criminosos.

O primeiro mosaico (Figura 20) foi obtido com objetivo de testar o sensor RGB na identificação de uma ou mais pessoas escondidas durante o dia no interior na área de bosque de vegetação esparsa.

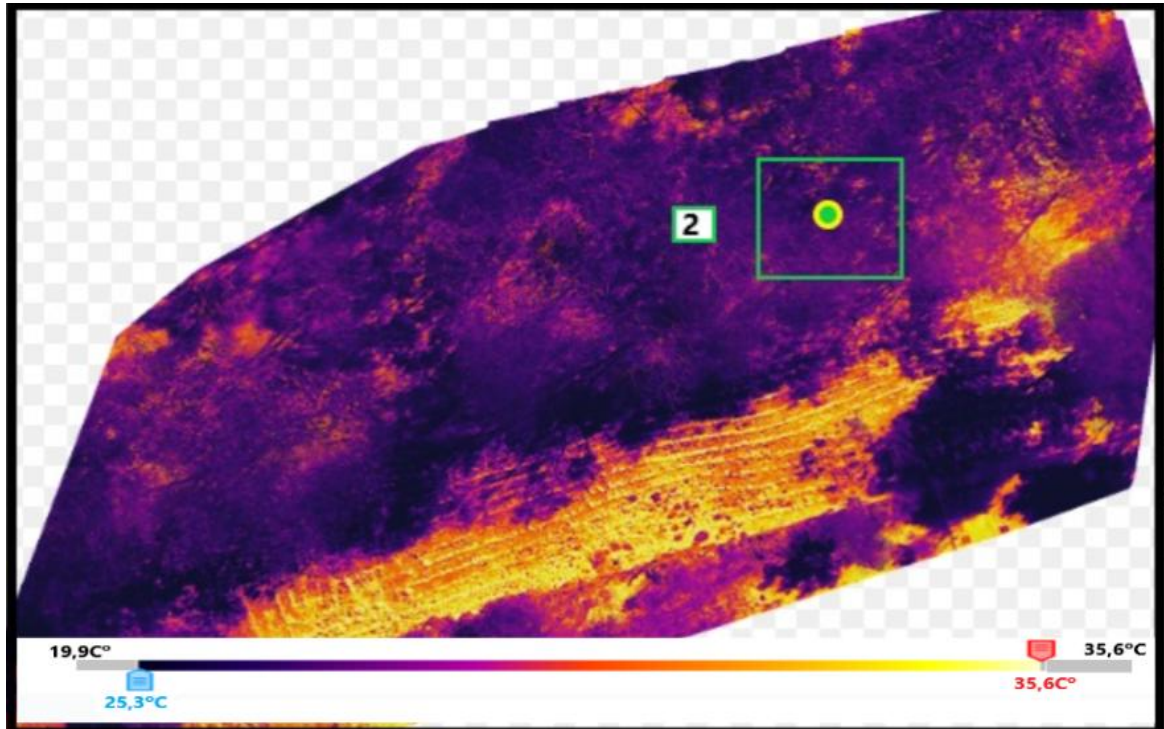
Figura 20 – Mosaico RGB obtido pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sobrevoando bosque com vegetação esparsa nas proximidades (fundos) do Lapig



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

A imagem detalha, com boa resolução, a cobertura vegetal e parte dos edifícios na parte à direita e área asfaltada do anel viário na parte superior da imagem. Já no interior do bosque, no lado direito da imagem, exatamente no local georreferenciado pela localização de uma pessoa ($16^{\circ}36'5,79''$ S e $49^{\circ}15'53,97''$ W), marcado pelo círculo azul sinalizado pela seta vermelha (detalhe 1) na imagem RGB (Figura 20) e pelo ponto verde dentro do retângulo (detalhe 2) na termal (Figura 21), percebe-se grande dificuldade para localizar esse alvo (pessoa escondida) no bosque de vegetação mais esparsa, mesmo na área com vegetação de grande porte.

Figura 21 – Mosaico termal obtido pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sobrevoando bosque com vegetação esparsa nas proximidades (fundos) do Lapig

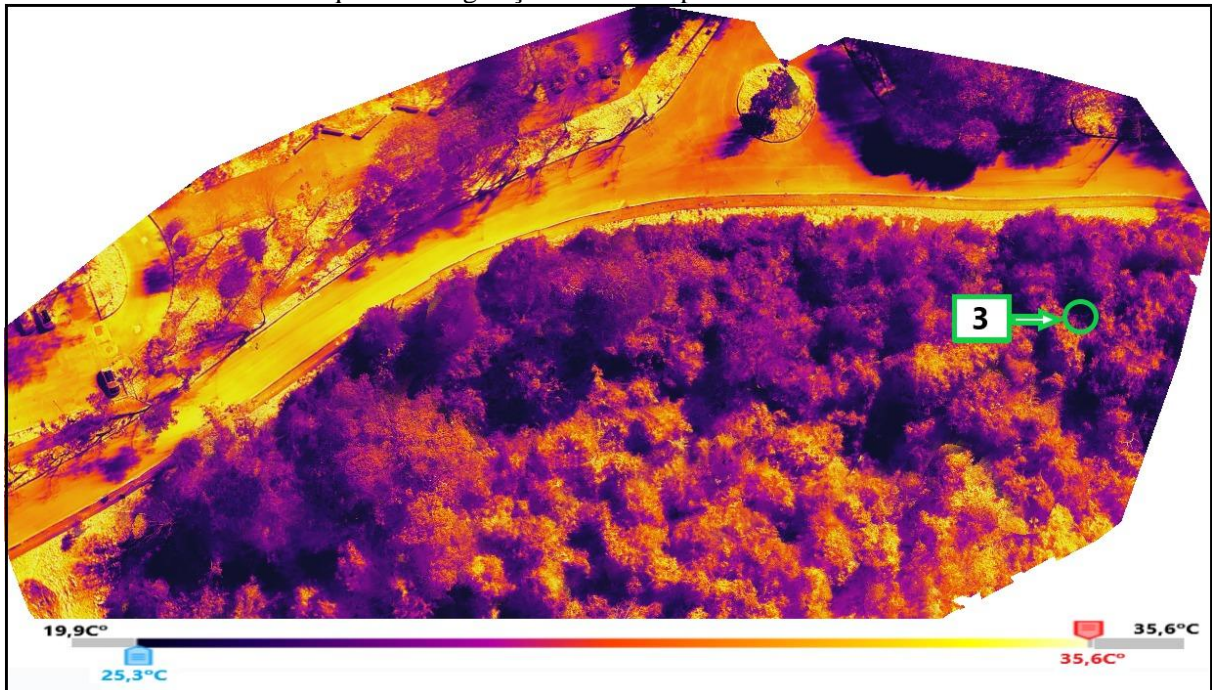


Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

De acordo com o aplicativo de controle de voo DJI *Pilot*, os parâmetros desse voo foram os seguintes: distância total percorrida pelo drone igual a 387 metros, com uma velocidade média de 1,9 m/s, altura máxima de 60 metros do solo, com altura média de 54 metros e aproximadamente 30 metros das copas das árvores, com duração de 3min14s, com 55 fotos.

No voo realizado em 4 de agosto de 2023, às 10h50min, sobre uma seção do bosque Auguste de Saint Hilaire, cuja vegetação é mais densa (16°36'16" S e 49°15'52,5" W), testamos o uso da câmera termal, com os seguintes parâmetros de voo: 60 metros de altura do solo, cerca de 30 metros das copas das árvores, com uma velocidade de 5 m/s, percorrendo uma distância total de 671 metros e 131 fotos. As fotos foram processadas no software PIX4D Mapper, gerando o mosaico correspondente à Figura 22.

Figura 22 – Mosaico termal obtido pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sobrevoando bosque com vegetação densa nas proximidades do Iesa



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

Esse mosaico foi produzido com o objetivo de experimentar o sensor termal na detecção de uma pessoa escondida no interior de um bosque de vegetação densa, em período diurno, exatamente na posição georreferenciada do alvo, representado pelo círculo verde sinalizado pela seta (detalhe 3), nas coordenadas 16°36'16" S e 49°15'49" W. A imagem mostra claramente as diferenças de temperatura entre a vegetação (mais fria) e os pisos asfálticos da rua e das calçadas (mais quentes).

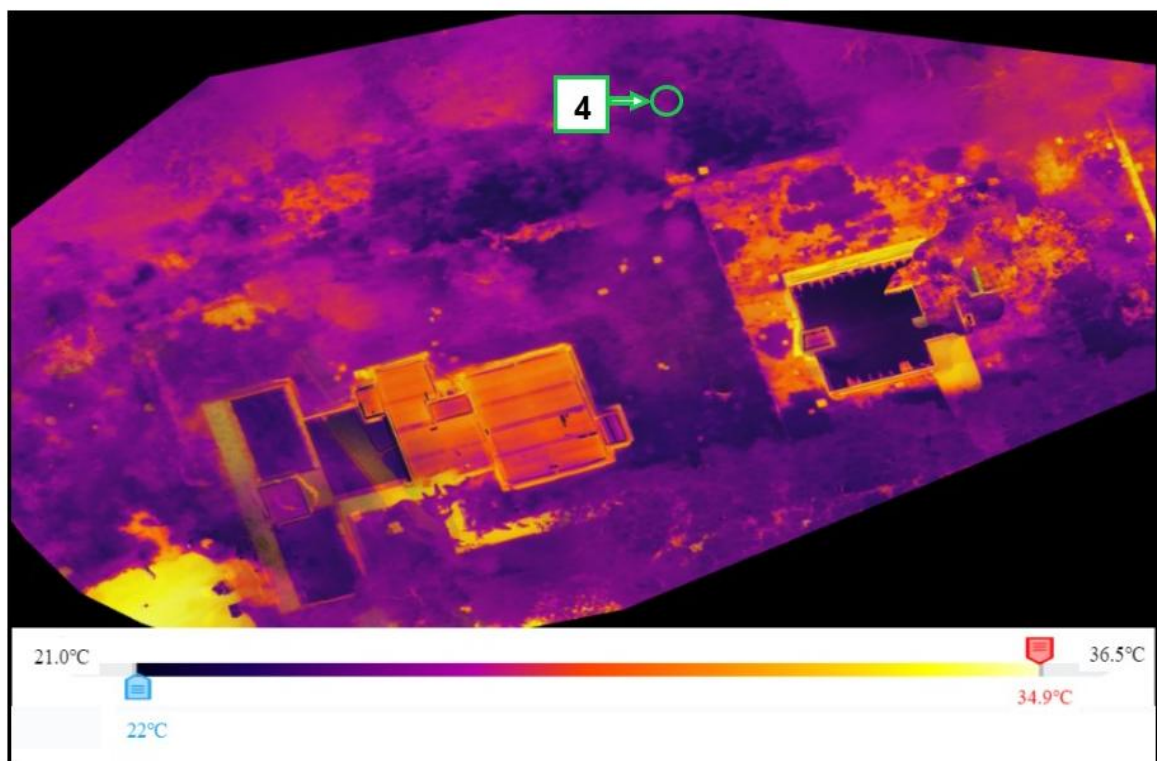
No canto esquerdo da imagem vemos também um foco de calor nos motores dos veículos estacionados em frente ao edifício do Iesa. Entretanto, no que se refere ao objeto de estudo, que seria identificar a localização de uma pessoa nesse local, não foi possível localizar o alvo com uso da câmera termal, apesar de ela ter mostrado a presença do operador do drone presente na rotatória, na porção superior da imagem, quando esta foi ampliada em aplicativos que mantêm a resolução.

Com vistas aos resultados finais na vertente segurança, experimentamos o uso da câmera termal do drone para localizar uma pessoa escondida no interior de uma área de bosque de vegetação esparsa no período noturno, na esperança de que, com maior contraste térmico entre a temperatura normal de um corpo humano, em torno de 37,5° Celsius, e o ambiente com temperatura um pouco mais amena do período noturno, seria mais fácil a localização a partir de um mosaico de imagem termal. Entretanto, os resultados não foram

exitosos, pois o mosaico foi montado com imagens (fotografias) tiradas a partir do, sem variação do ângulo de visão em relação ao solo, ou seja, sempre uma visão de 90° também em relação ao dossel das árvores, dificultando, assim, a penetração do raio de visão da câmera a quem estivesse escondido sob as árvores.

A Figura 23, a seguir, é um mosaico termal em um bosque de vegetação esparsa, elaborado a partir da câmera termal do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, durante voo realizado em 19 de janeiro de 2024 às 20h12min, já sob o manto da escuridão. Mesmo com a temperatura mais amena no momento, de 26° Celsius no local, não foi possível localizar uma pessoa em um ponto georreferenciado pela latitude S-16.36'5.77188" e longitude W-49°15'53.874", marcado com o círculo verde sinalizado pela seta (detalhe 4).

Figura 23 – Mosaico termal do bosque de vegetação esparsa com destaque para o ponto 4, onde havia uma pessoa escondida

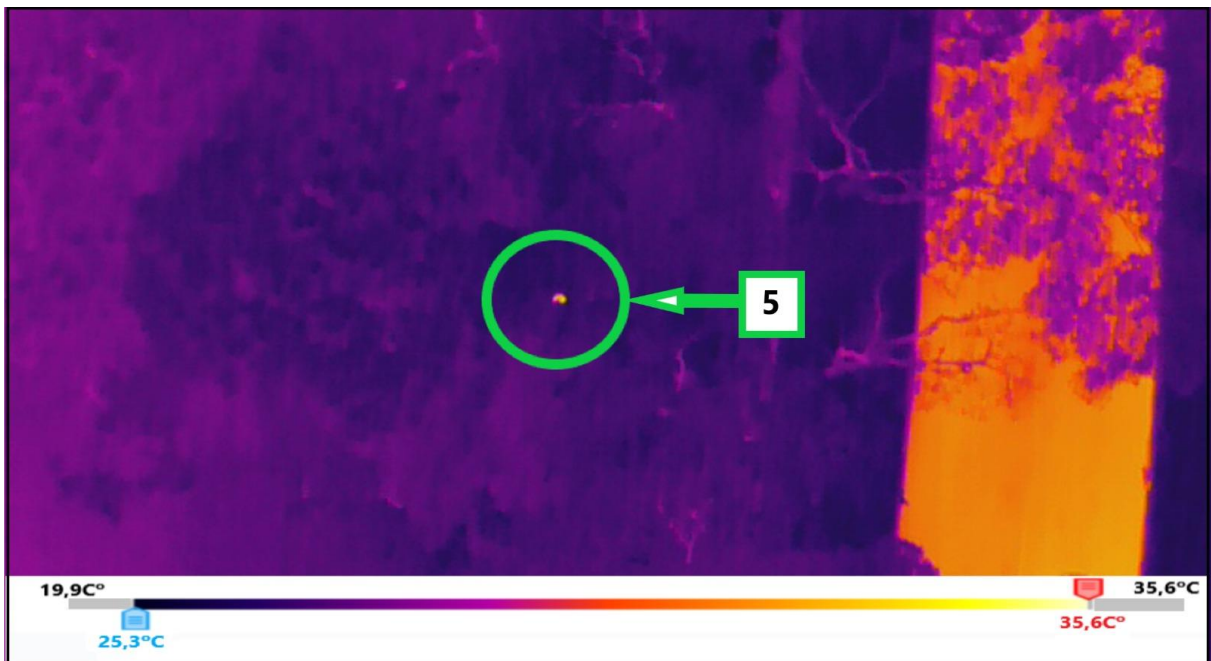


Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Esse experimento mostrou que não foi possível localizar uma pessoa em um ponto georreferenciado, marcado pelo destaque número 4 da Figura 22, no interior de um bosque de vegetação esparsa, à noite, a partir de um mosaico termal. Então buscamos por sinais térmicos compatíveis com um corpo humano no ponto georreferenciado, a partir da análise foto a foto das mesmas imagens termais do bosque. Percebemos, em uma das imagens, um ponto termal,

marcado pelo círculo verde sinalizado pela seta (detalhe 5) da Figura 24, situado exatamente no local georreferenciado (destaque número 4 da Figura 23), mostrando que a avaliação quadro a quadro das imagens pode ter algum resultado positivo, porém, torna-se inviável pelo fato de ser muito técnico e demorado, distante dos objetivos iniciais desta pesquisa, que seria prestar um auxílio ágil, em tempo real, à gestão da segurança da UFG, ou seja, no momento em que as ocorrências acontecem.

Figura 24 – Descoberta de uma pessoa escondida em um ponto georreferenciado em vegetação esparsa, à noite, pela avaliação do mosaico quadro a quadro



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

No decorrer desta pesquisa, ficou claro que localizar uma pessoa escondida no interior de um bosque de vegetação esparsa a partir da avaliação de mosaico seria muito difícil e, obviamente, seria praticamente impossível em vegetação densa, principalmente durante o dia, por isso não prosseguimos com o mesmo tipo de ensaio no Bosque August Saint Hilaire, de mata virgem e vegetação densa. Porém, como veremos mais adiante, nesse tipo de vegetação experimentamos monitorar, em tempo real, por meio das imagens do controle remoto do drone, e gravar em vídeos para futuras avaliações, usando câmera RGB e termal durante o período noturno.

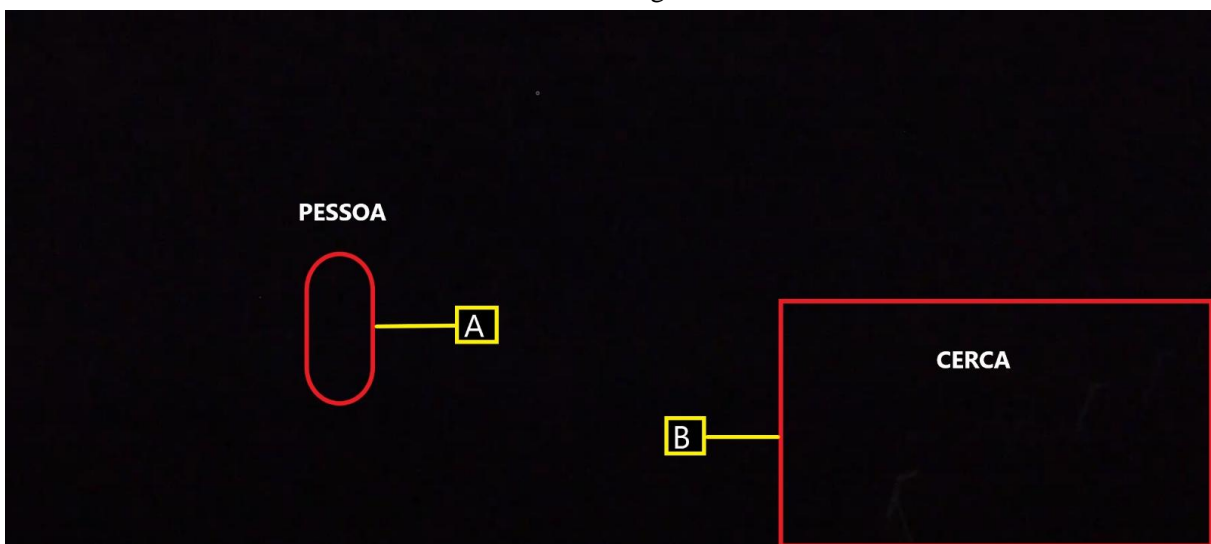
Essa decisão foi tomada após lermos reportagem de Gama (2024) publicada na CNN de 16 de fevereiro de 2024, informando que um drone com câmera termal foi utilizado para tentar localizar fugitivos do presídio federal de Mossoró no Rio Grande do Norte. Na ocasião,

os agentes de segurança envolvidos na busca realizaram disparos de armas de fogo para forçar a movimentação dos fugitivos, pois, com isso, seria mais fácil a visualização deles em tempo real pela câmera termal do drone (Gama, 2024).

Como vimos, ao avaliar imagens mosaicadas, não obtivemos êxito. Então partimos para realizar filmagens que poderiam ser avaliadas em tempo real ou *a posteriori*, ou seja, quando a ação acontece, para auxiliar o gestor na tomada de decisão, ou serem analisadas mais adiante por equipe técnica para avaliar falha nas operações de segurança e servir de aprimoramento para as próximas ações, explorando, assim, ao máximo a tecnologia que o drone oferece, incluindo refletor de luz, alto-falantes, câmera RGB e termal. As três próximas Figuras mostram as vantagens que essas tecnologias oferecerem às equipes de segurança, principalmente durante o período noturno.

A Figura 25 mostra o print de um vídeo gravado pela câmera RGB do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, sem a utilização do refletor de luz. O destaque A, marcado pelo círculo oval, representa o local onde uma pessoa está escondida em campo coberto por pastagem, completamente invisível pelo manto da escuridão noturna. Já o destaque B, retangular no canto de baixo do lado direito, mostra com dificuldade apenas a primeira haste da cerca de alambrado que serve de referência para comparar essa com as próximas imagens.

Figura 25 – Imagem RGB drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual em período noturno, sem holofote ligado



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

A Figura 26 mostra o print do vídeo com mesma distância (20 metros) e mesmo ângulo de visão da mesma câmera, porém, com o refletor de luz do drone ligado. É possível

perceber, no destaque circular oval, a presença de uma pessoa caminhando em direção ao bosque logo à sua frente. No destaque retangular a luz já mostra a cerca de alambrado antes quase invisível na Figura anterior. Esse ensaio prova que o drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual pode ser muito útil para as equipes de segurança em uma situação de emergência na qual se precise localizar pessoas, animais ou objetos em ambientes semelhantes, completamente sem iluminação, fazendo uso apenas do refletor de luz — tecnologia embarcada nesse equipamento.

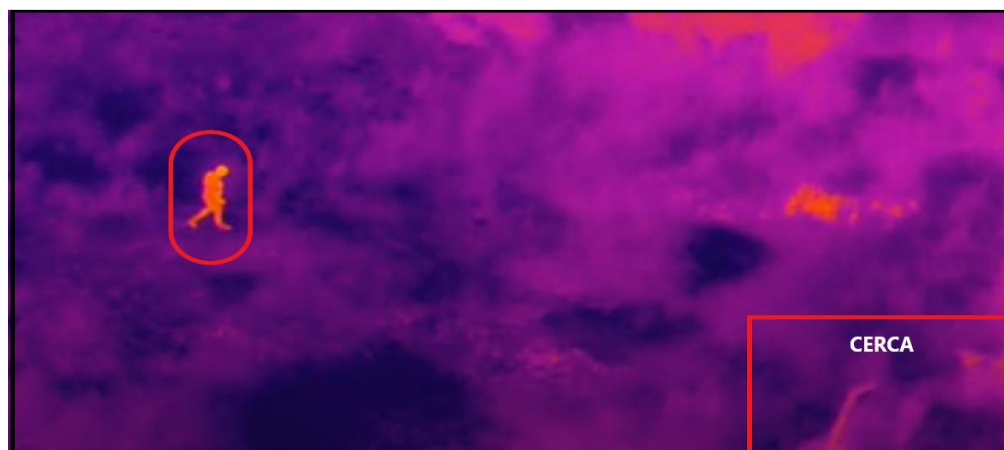
Figura 26 – Imagem RGB do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual com holofote ligado



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Continuando com os resultados, observamos, na Figura 27, outro print de um vídeo capturado pela câmera termal do mesmo drone.

Figura 27 – Imagem termal do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual

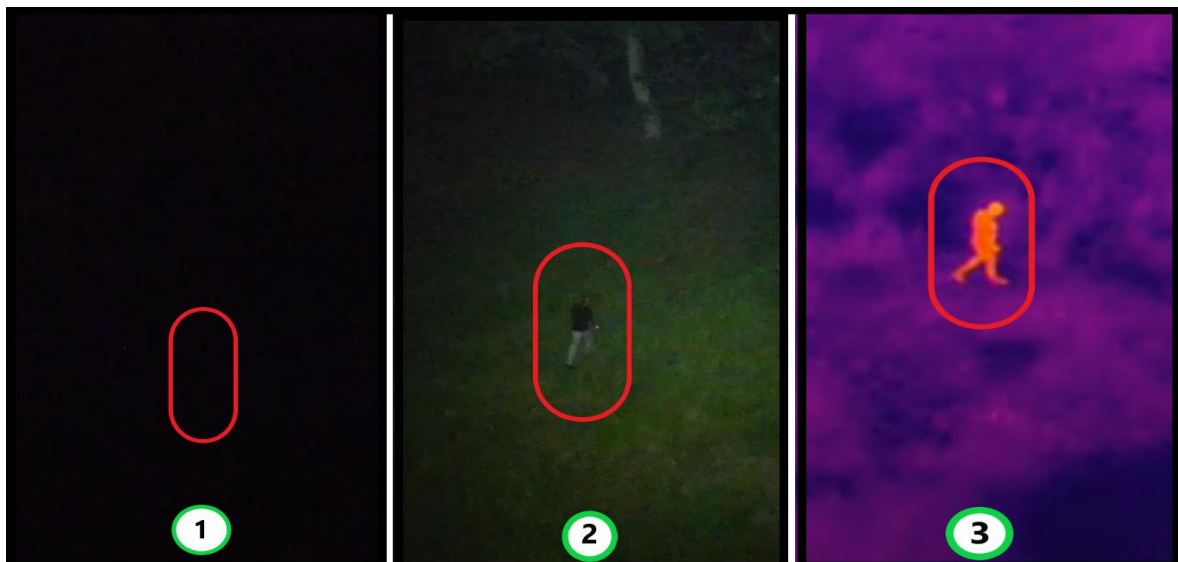


Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Como são imagens capturadas com câmeras RGB e termal, simultaneamente, nota-se a vantagem da tecnologia termal na localização de pessoas em tempo real, desde que elas estejam em campo aberto, local de pasto alto ou, como mostraremos adiante, eventualmente escondidas em uma mata de vegetação esparsa e densa. Esse ensaio prova o quanto pode ser útil esse equipamento para uma pronta resposta às equipes de segurança da UFG.

A Figura 28 foi elaborada a partir de três telas (prints) das filmagens anteriores, numa sequência do uso progressivo das tecnologias embarcadas no drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual.

Figura 28 – Imagens geradas com tecnologias embarcadas no drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para localizar uma pessoa supostamente escondida à noite*



*Condição 1: câmera RGB sem luz de apoio. Condição 2: câmera RGB com luz de apoio. Condição 3: câmera termal sem luz de apoio

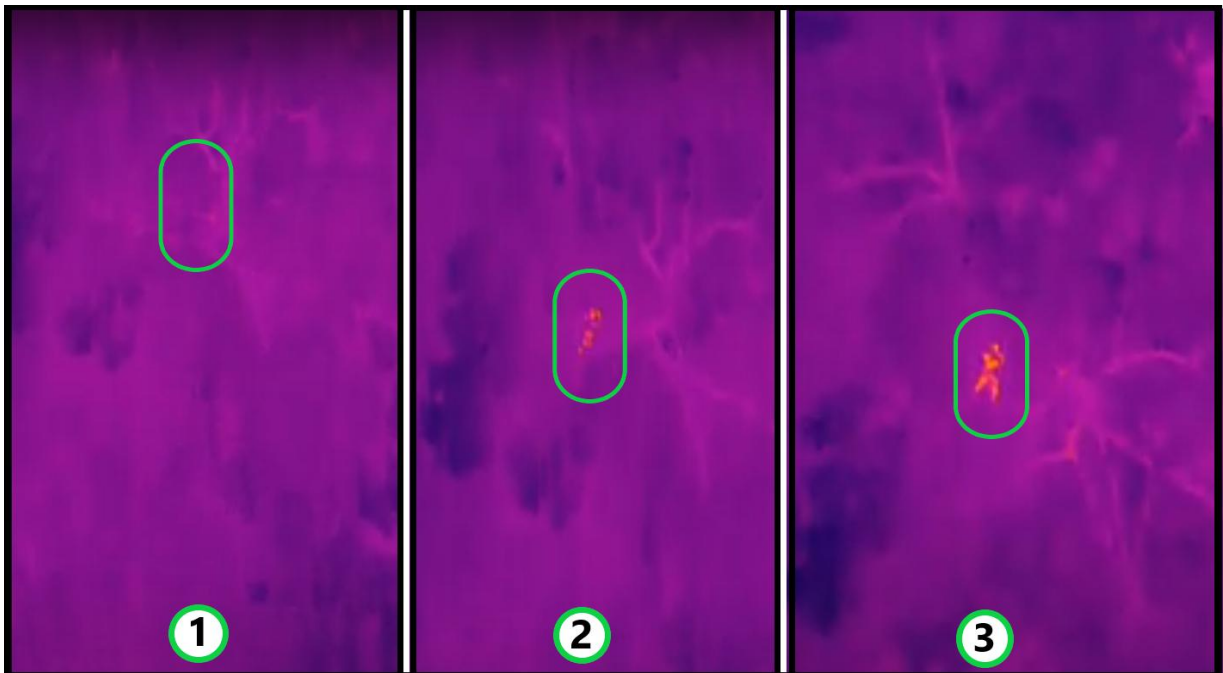
Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

No recorte 1, um print do vídeo sem luz, é impossível localizar uma pessoa, objeto ou animal no interior de uma mata. No recorte 2, com o holofote do drone ligado, já é possível visualizar uma pessoa se movimentando; e no último recorte, o de número 3, é bem nítida a imagem da mesma pessoa andando em direção ao bosque. Isso só foi possível graças ao uso do sensor infravermelho (termal). A Figura 28, em síntese, mostra o quão eficiente é o uso progressivo das tecnologias embarcadas neste drone para localizar uma pessoa “escondida” em uma mata, mesmo sob o manto da escuridão.

A Figura 29 traz uma sequência de três prints de um vídeo termal obtido sobre um campo próximo ao bosque de vegetação esparsa, durante à noite, usando a câmera termal do

drone. Nesse ensaio, o operador do drone realizou uma busca na vegetação, fazendo uso da versatilidade do drone para explorar vários ângulos entre o dossel da vegetação, visando captar a radiação do corpo de uma pessoa.

Figura 29 – Imagens geradas pela câmera térmica embarcada no drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para localizar uma pessoa supostamente escondida à noite em bosque de vegetação esparsa*



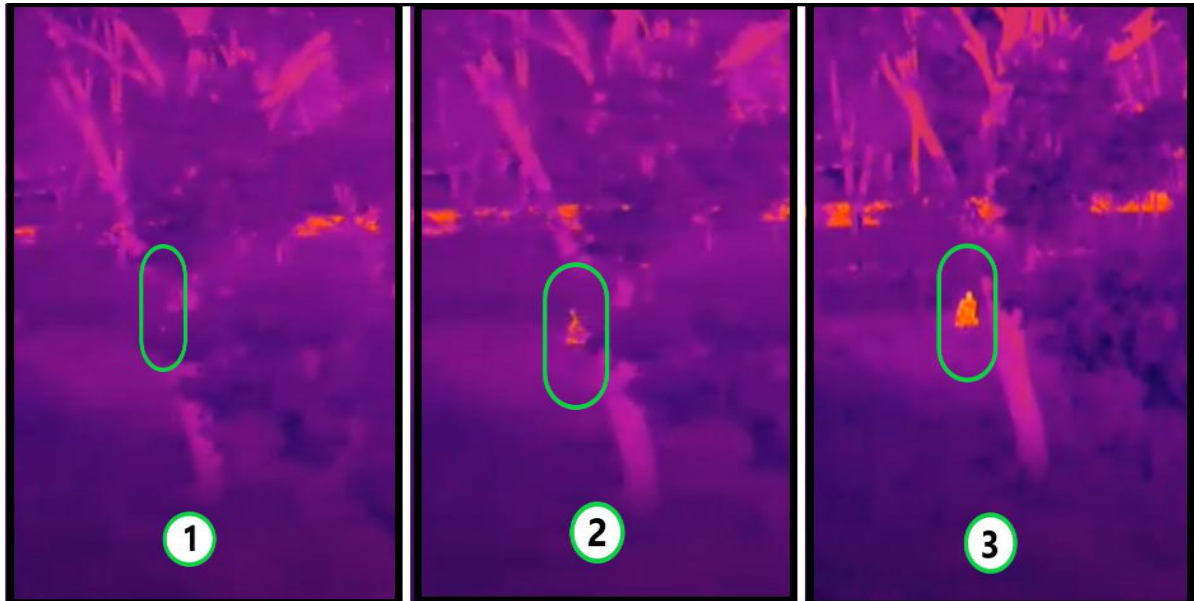
*Condição 1: local da pessoa até então invisível. Condição 2: primeiros sinais de um corpo humano são capturados. Condição 3: sinais nítidos da assinatura termal de um corpo humano.

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Nesse caso, como demonstrado na Figura 29, houve a localização de uma pessoa “voluntária” embaixo das copas das árvores em um bosque de vegetação esparsa. A pessoa estava num ponto georreferenciado pela latitude $16^{\circ} 36'5,771''$ S e longitude $49^{\circ} 15' 53.874''$ W, marcado pelo destaque circular oval verde do recorte 1 na Figura 29. Já no recorte 2, a radiação termal da pessoa foi finalmente capturada pela movimentação do drone/sensor, chegando a uma maior nitidez no recorte 3 da mesma Figura.

A Figura 30 traz uma sequência de três recortes do vídeo termal noturno, feito na mesma data e no mesmo período, empregando o mesmo drone. Os recortes numerados de 1 a 3 representam, em sequência, a evolução da cena, numa suposta busca por uma pessoa no interior de um bosque de vegetação esparsa. Entre o operador do drone e a pessoa “escondida” havia uma parede de capim com cerca de dois metros de altura, de modo que apenas uma visão aérea que explorasse diversos ângulos de visão seria capaz de filmar e descobrir a pessoa.

Figura 30 – Imagens geradas pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para localizar uma pessoa supostamente escondida à noite em bosque de vegetação esparsa



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Nesse caso ocorreu a localização de uma pessoa “voluntária” embaixo das copas das árvores em um bosque de vegetação esparsa. A pessoa estava num ponto georreferenciado pela latitude 16° 36’ 5,771” S e longitude 49° 15’ 53.874” W, marcado pelo destaque circular oval verde do recorte 1 na Figura 30. Já no recorte 2, a radiação termal da pessoa foi finalmente capturada pela movimentação do drone/sensor, chegando a uma maior nitidez no recorte 3.

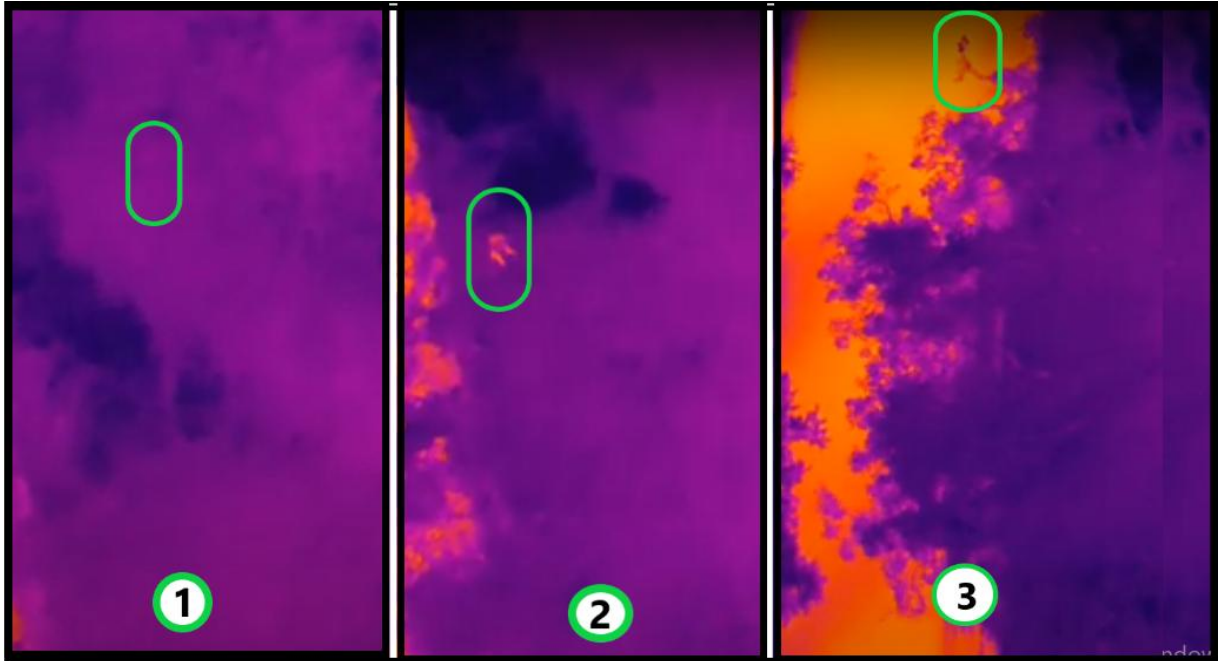
Na sequência das três condições desta Figura, nota-se no recorte número 1, em destaque pelo contorno oval em verde, a presença de uma pessoa, até então “invisível” atrás de um tronco de árvore. Com o movimento do drone da esquerda para a direita, a pessoa “escondida” foi identificada no vídeo termal, conforme destaque no recorte 2, seguido pelo recorte 3, com a imagem nítida de uma pessoa sentada atrás de árvores no interior do bosque de vegetação esparsa.

Enfim, nesse penúltimo experimento, em que a vegetação mais alta impede que uma pessoa seja identificada, a filmagem termal com uma plataforma aérea, explorando diversas tecnologias embarcadas, somada à sua capacidade de filmar em baixa altura, neste caso a cinco metros do solo, foi capaz de localizar uma pessoa nessas circunstâncias em tempo real, oferecendo uma resposta rápida e precisa às equipes de segurança.

Diferentemente da condição ilustrada na Figura 23 (detalhe 4) deste trabalho, na qual o drone foi pouco eficiente para identificar uma pessoa dentro do bosque denso (August de

Sant Hilaire), em sobrevoo em modo de mapeamento com a câmera RGB e termal, observa-se um resultado mais favorável ilustrado na Figura 31.

Figura 31 – Série elaborada com três recortes de vídeo termal em sequência, gerada com drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, indicando uma pessoa no interior de um bosque de vegetação densa*



*Condição 1: localização georreferenciada de uma pessoa voluntária, até então invisível. Condição 2: primeiro sinal captado pela câmera termal do corpo humano em movimento. Condição 3: flagrante do momento em que a pessoa sai do bosque de vegetação densa.

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Nessa Figura, composta por três recortes de um vídeo termal feito pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, em sobrevoo realizado em 22 de março de 2024, às 20h30min., por cerca de 20 minutos, foi possível definir a presença de uma pessoa no interior do bosque de vegetação densa (August de Sant Hilaire), na posição georreferenciada pela latitude 16° 604817° S e longitude 49° 264856°, até então completamente invisível, coberta pelo dossel denso da vegetação, representada pelo destaque do recorte 1, vista se movimentando no recorte 2, em destaque no círculo oval verde, e em seguida no recorte 3, com a pessoa já saindo do bosque, caminhando em direção ao estacionamento do Iesa.

Esse último experimento com a câmera termal prova que o drone (modelo termal indicado na pesquisa) seria muito útil para monitorar locais onde pessoas poderiam se esconder, oferecendo um apoio às equipes de segurança. Outra tecnologia de apoio seria o uso do alto-falante, com o qual se pode reproduzir mensagens pré-gravadas a 100 decibéis, permitindo comunicação clara com equipes terrestres, pessoas perdidas ou com a própria

pessoa “escondida” durante operações de vigilância, oferecendo maior segurança ao operador do drone e/ou vigilante.

O Quadro 2 mostra a síntese dos resultados obtidos na vertente segurança com uso do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual.

Quadro 2 – Quadro-síntese dos resultados obtidos na vertente segurança com uso do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual

Drone Mavic 2 E. Advanced Dual Condição	Mosaico RGB	Mosaico termal	Mosaico termal analisado quadro a quadro	Vídeo RGB	Vídeo RGB com holofote ligado	Vídeo termal
Vegetação esparsa diurno	Sem visualização	Sem visualização	Sem visualização	Sem visualização	Sem dados	Com visualização
Vegetação esparsa noturno	Sem visualização	Sem visualização	Com visualização	Sem visualização	Sem dados	Com visualização
Vegetação densa diurno	Sem visualização	Sem visualização	Sem visualização	Sem visualização	Sem dados	Com visualização
Vegetação densa noturno	Sem visualização	Sem visualização	Sem visualização	Sem visualização	Sem dados	Com visualização
Campo gramado noturno	Sem visualização	Com visualização	Com visualização	Sem visualização	Com visualização	Com visualização

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

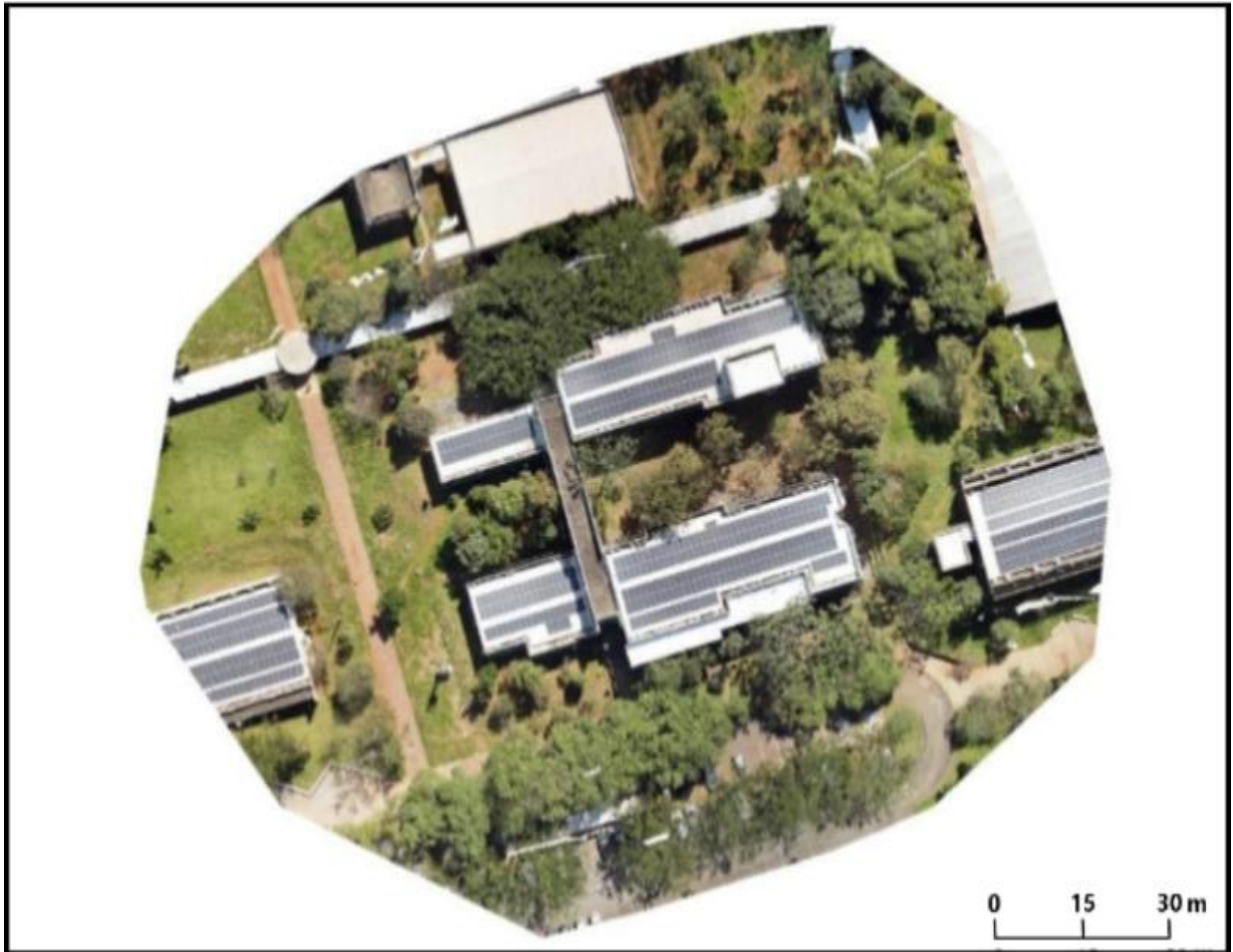
4.2 Experimentos na vertente de gestão/inspeção da infraestrutura predial

Foram realizados cinco sobrevoos nos telhados de edifícios do *Campus* Samambaia da UFG. O objetivo foi verificar o potencial dos drones em mapear e identificar possíveis pontos críticos na infraestrutura dos telhados dessas edificações que podem indicar locais com acúmulo de materiais capazes de obstruir a drenagem da água da chuva nos telhados, bem como outras avarias, como rachaduras e buracos nos telhados, que possibilitam a infiltração de águas nas lajes. Essas ações são essenciais para garantir a segurança sanitária, preservação da infraestrutura predial pública, enfim, o bom andamento das atividades da Universidade.

O primeiro sobrevoos com drone nessa fase foi realizado em 19 de maio de 2023, às 11 horas, sobre o edifício do Iesa, localizado na Rua Jacarandá do *Campus* Samambaia. A Figura 32 corresponde ao mosaico RGB realizado com o drone Phantom 4 Pro, com alvo localizado no edifício do Iesa. O mosaico expõe o centro do edifício do Iesa, rodeado por outras edificações entremeadas por vegetação de grande porte, com excelente qualidade de imagem

do sensor RGB com 48 megapixels efetivos, permitindo uma aproximação para observar, na Figura 33, com riqueza de detalhes, a calha com muitos resíduos orgânicos, provavelmente folhagem, que podem obstruir a passagem da água no período chuvoso, provocando seu acúmulo, transbordamento e conseqüentemente infiltração para a laje, podendo danificar a estrutura predial.

Figura 32 – Mosaico RGB obtido pelo drone Phantom 4 Pro, sobrevoando prédio do Iesa



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

A Figura 33 corresponde a outro mosaico RGB obtido pelo drone Phantom 4 Pro.

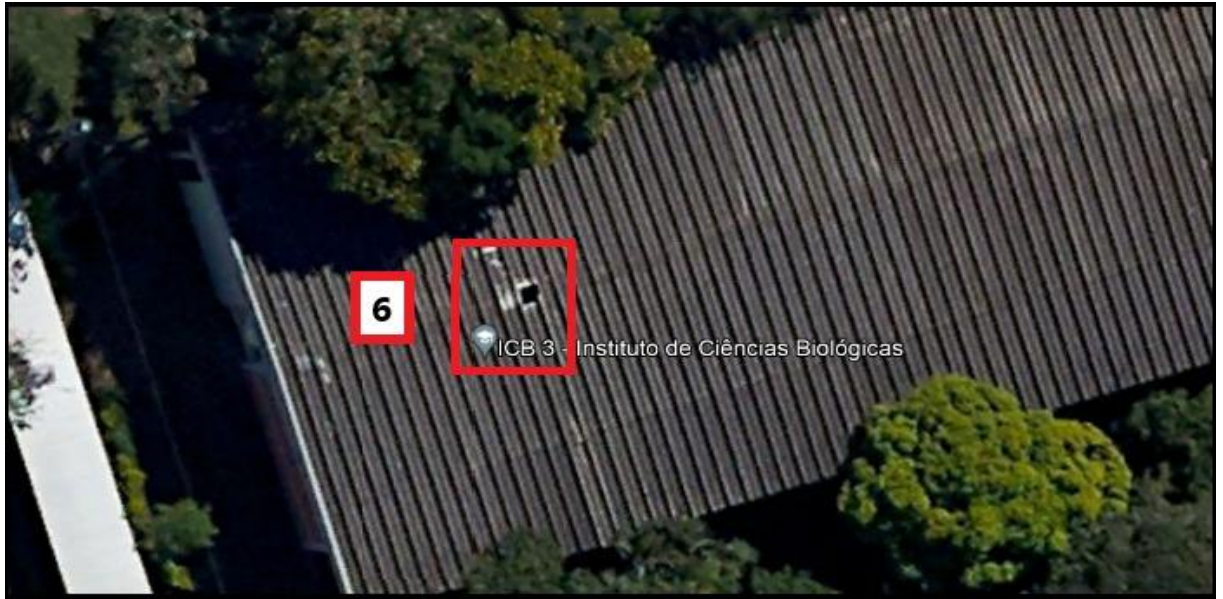
Figura 33 – Mosaico RGB obtido pelo drone Phantom 4 Pro, ilustrando o telhado do edifício do Iesa, com detalhe dos resíduos obstruindo a drenagem da calha



Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

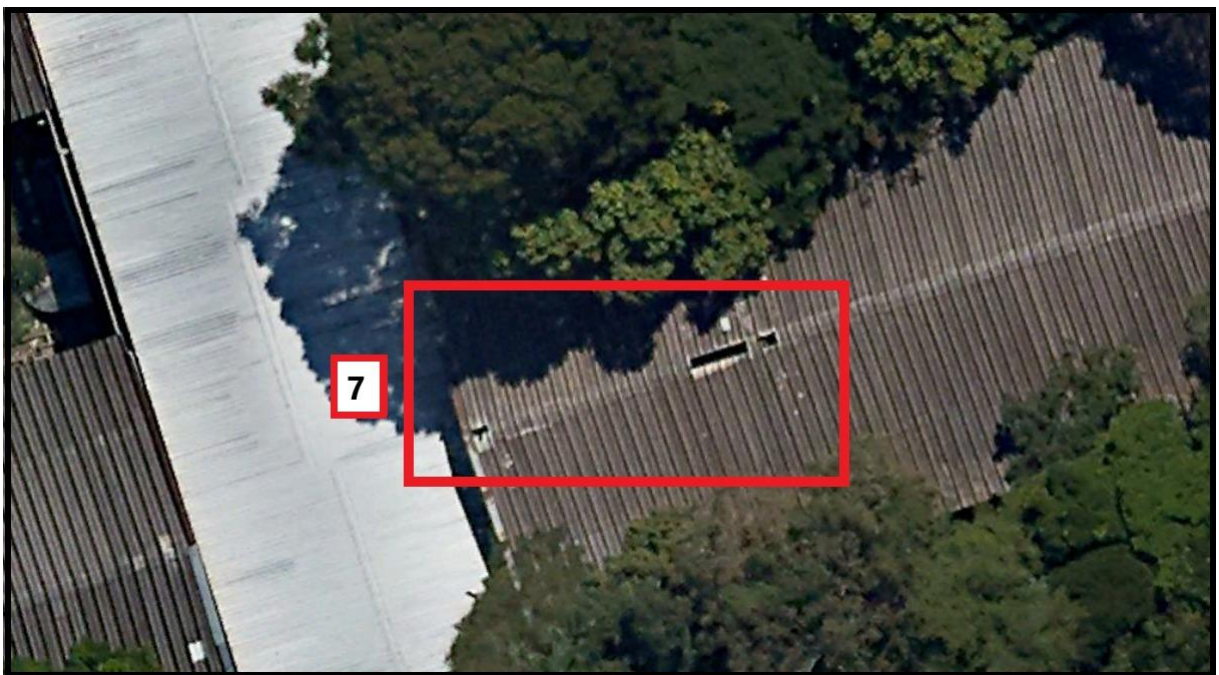
As próximas imagens, correspondentes às Figuras 34 e 35, mostram o resultado de uma varredura minuciosa nas imagens de 2021 do Google Earth Pro para depois serem comparadas com as imagens dos mesmos edifícios obtidas em 2020 pelo Lapig e correspondentes a mosaicos feitos pelo drone Phantom 4 Pro Standard (ver Figuras 36 e 37 mais adiante), com foco em dois edifícios: Instituto de Ciências Biológicas (ICB) I e III, que ainda têm telhados antigos do tipo calha de amianto.

Figura 34 – Imagem obtida através do Google Earth Pro, no qual foi possível detectar avarias no telhado (detalhe 6) do edifício do ICB III



Fonte: Google Earth (2021)

Figura 35 – Imagem obtida através do Google Earth Pro, no qual foi possível detectar avarias no telhado (detalhe 7) do edifício do ICB I



Fonte: Google Earth (2021)

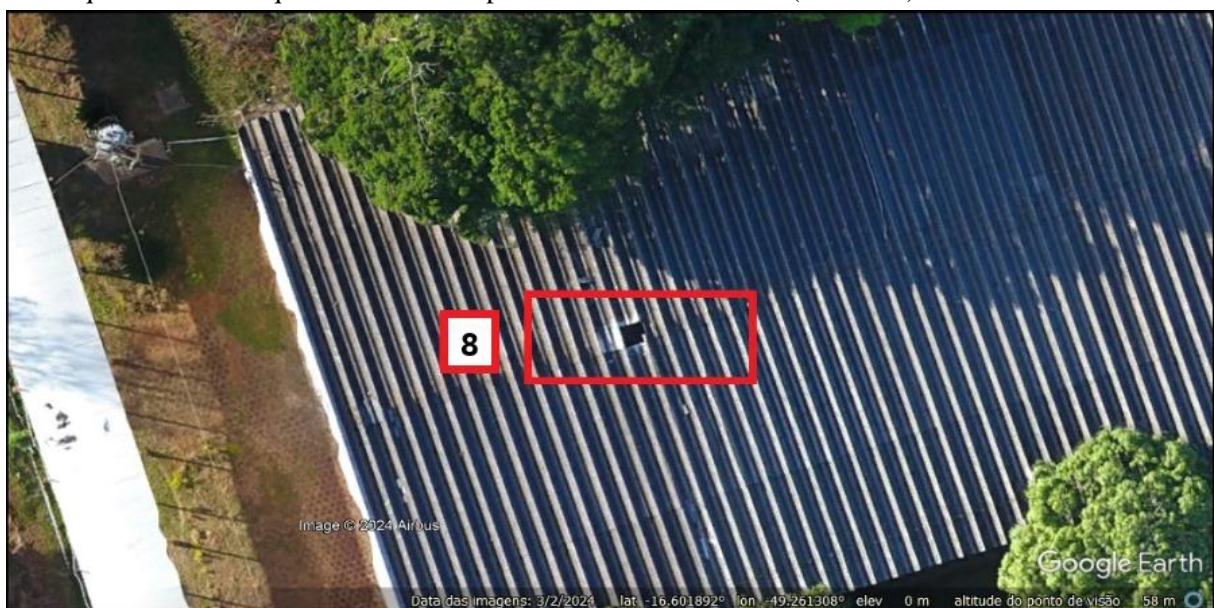
Esses telhados já foram substituídos, em sua grande parte, por telhados de zinco com isopor do tipo térmico, por duas razões: pela economia na redução de gastos com energia elétrica pela diminuição da temperatura interna e para evitar os ataques dos primatas que

habitam áreas de bosque em volta. Os macacos da espécie prego aprenderam e se habituaram a retirar as telhas para invadir as cozinhas das unidades acadêmicas em busca de alimentos.

Essa comparação mostrou, nas imagens 34 e 34, grandes avarias nas duas edificações com enormes buracos exatamente nas cumeeiras, justamente nos locais vulneráveis a ataques dos primatas — um dos motivos pelo qual a Secretaria de Infraestrutura (Seinfra) da UFG contratou uma empresa para realizar vistorias e reparos das avarias encontradas nos telhados das edificações de todo o *campus*.

A Figura 36 mostra que a avaria do edifício do ICB III não foi reparada, comparada com a imagem 34, enquanto a figura 37, do telhado do edifício do ICB I, comparada com a figura 35, mostra que a avaria foi reparada, ou seja, a empresa contratada para executar o serviço de reparo nos telhados do *Campus Samambaia* não cumpriu o contrato em sua totalidade. Isso demonstrou o quão eficaz pode ser a utilização de drones para realizar inspeção predial, pois, em apenas um voo, com altura de 60 metros, com sensor RGB de alta resolução com riqueza de detalhes, pôde-se revelar muito mais avarias, inclusive rachaduras nas telhas, com possibilidade de uma visão vertical, a partir do nadir, difícil ao olho humano, normalmente na horizontal, com agilidade, segurança e redução de custos, quando comparados aos das inspeções tradicionais. As inspeções com drone podem, assim, ser facilmente realizadas de forma sistemática no *Campus Samambaia* a partir de um protocolo a ser sugerido à Seinfra-UFG ao final desta pesquisa.

Figura 36 – Recorte fotográfico de um mosaico obtido com o drone Phantom 4 Pro Standard em 2020, no qual se observa que não ocorreu reparo da avaria no telhado (detalhe 8) do edifício do ICB III



Fonte: Lapig-UFG (2022)

Figura 37 – Recorte fotográfico de um mosaico obtido com o drone Phantom 4 Pro Standard em 2020, no qual se observa que ocorreu reparo da avaria no telhado (detalhe 9) do edifício do ICB I



Fonte: Lapig-UFG (2022)

A Figura 38 reforça a capacidade do drone em detectar resíduos orgânicos provenientes de vegetação sobre o telhado e calhas do edifício da Faculdade de Artes, e, caso não seja feita a limpeza deles antes do período chuvoso, poderá acarretar entupimento das calhas, acúmulo e transbordamento de água que podem provocar outras avarias na edificação.

Figura 38 – Recorte fotográfico do mosaico obtido com drone Phantom 4 Pro, no qual é possível detectar muitos resíduos orgânicos proveniente de vegetação (detalhe 10) sobre o telhado e nas calhas no edifício da Faculdade de Artes



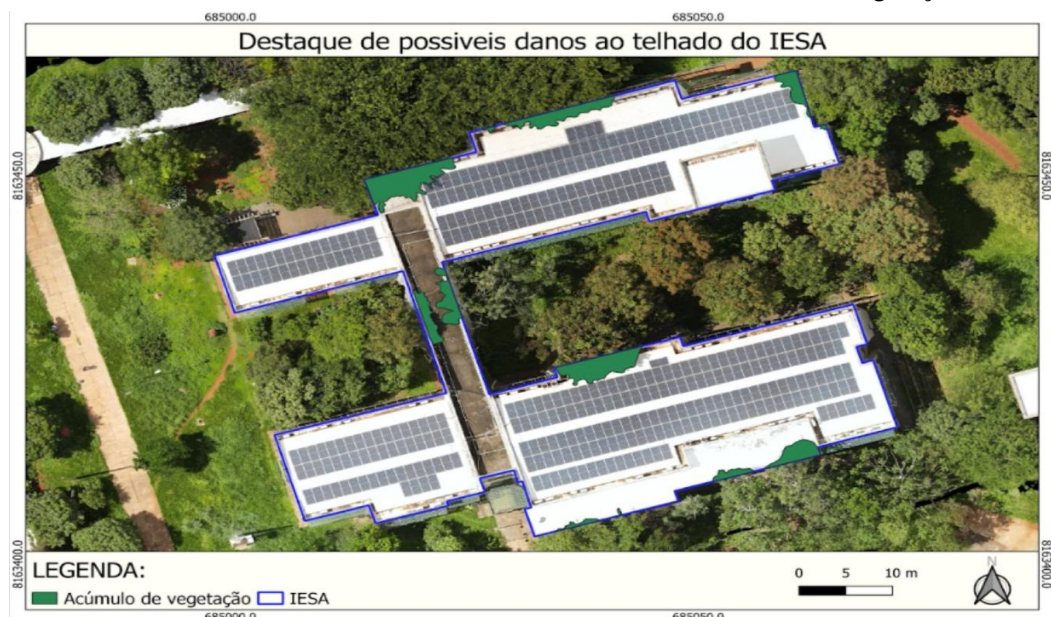
Fonte: Lapig-UFG (2022)

Procurando entender as causas dos problemas na estrutura predial do *Campus Samambaia* — uma das vertentes da nossa pesquisa, com foco nos telhados —, entrevistamos Manfred Schaitl, coordenador técnico da Seinfra-UFG em 16 de janeiro de 2024, e ele nos informou que a maioria dos danos e avarias nos telhados após a substituição das telhas, antes do tipo monte carmelo e amianto, por telhas de metal com forro de isopor (térmicas), é provocada pelo contato de vegetações com as coberturas (vegetais que crescem sem o devido manejo), ou ainda queda de galhos e folhas que causam avarias e entupimento das calhas e dos sistemas de drenagem da água.

Considerando o grau de importância do fator vegetação e os danos causados por ela aos telhados, nos sobrevoos programados para logo após a incidência de precipitação, resolvemos mapear os edifícios selecionados, quantificando as poças d'água e dando destaque à vegetação e sua área de interferência sobre os telhados.

A Figura 39 mostra o mapa do edifício do Iesa, produzido com fotografias tiradas em 18 de janeiro de 2024 às 16h16min13s, exatamente 22 horas depois de uma chuva média de 3 mm que ocorreu em 17 do mesmo mês, antecedida por uma precipitação de 14,8 mm no dia 16 em Goiânia, de acordo com dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2024). Para esse sobrevoo usamos o drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual e o aplicativo de controle de voo PIX4D Capture, para capturar 30 fotos com a câmera RGB, a 50 metros de altura com 70% de superposição das imagens, tanto lateral quanto longitudinal.

Figura 39 – Mapa do edifício do Iesa-UFG, obtido com drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, mostrando áreas em verde com interferência de vegetação



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

As fotos foram processadas no software PIX4D Mapper para fazer um mosaico e, a partir dele, esse mapa foi gerado com o intuito de testar o drone para vistoriar o telhado desse edifício e saber se, com esse equipamento, seria possível localizar poças d'água, avarias e presença de vegetação que poderia interferir no perfeito estado de conservação dos telhados, bem como em seu sistema de drenagem.

Ao avaliarmos o mapa do Iesa com foco no telhado em um cenário pós-chuva, não notamos a existência de poças d'água nem avarias, apesar da presença de grande quantidade de galhos de vegetação que o sobrepõe, além de resíduos de folhagem nas calhas, conforme já mostrado no mosaico correspondente à Figura 32 e detalhado na Figura 33 nas páginas 68 e 69. Essa vegetação é oriunda das árvores crescidas ao redor da edificação que, em busca da iluminação, ultrapassam a altura e se espalham por sobre parte da cobertura. Esse telhado ocupa uma área total de 1.942 m², dos quais 100,43 m² estão ocupados por vegetação. A ausência de poças d'água mostra que o sistema de drenagem das calhas ainda está funcionando, apesar da presença de resíduos sobre elas.

Em uma ampliação de partes do telhado do edifício do Iesa, a Figura 40 destaca, em quatro retângulos menores, as áreas com resíduos orgânicos de origem vegetal nas calhas, além das áreas do telhado cobertas por vegetação, destacadas pela cor verde. Este estudo mostra a necessidade de realizar a limpeza das calhas e fazer o manejo adequado da vegetação que circunda essa edificação para prevenir acúmulos de água nas calhas e futuros danos ao telhado.

Figura 40 – Recorte de imagens com sobreposição de vegetação nos telhados do Iesa



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Inicialmente tínhamos previsto sobrevoar apenas os edifícios da Biblioteca Central, Iesa e Reitoria, porém, ao analisar o edifício da Biblioteca Central, vimos que há dois edifícios próximos que despertaram interesse para a nossa pesquisa. Então resolvemos ampliar a área de voo por sobre os edifícios vizinhos: do Laboratório de Estudos do Espetáculo e Artes da Cena (Lacena) e da Escola de Música e Artes Cênicas (Emac), com intuito de mapear e analisar uma área com maior grau de complexidade no que se refere à diversidade de telhados e calhas. Dois desses edifícios têm, em seus telhados, placas de energia solar.

A Figura 41 mostra o mapa da quadra que inclui os edifícios da Biblioteca Central, do Lacena e da Emac, produzido com fotos tiradas no dia 18 de janeiro de 2024 às 16h48min59s, exatamente 22 horas depois de uma chuva média de 3 mm que ocorreu em 17 do mesmo mês, antecedida por uma precipitação de 14,8 mm no dia 16 em Goiânia, de acordo com dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet, 2024).

Figura 41 – Edifícios da Biblioteca Central, do Lacena e da Emac



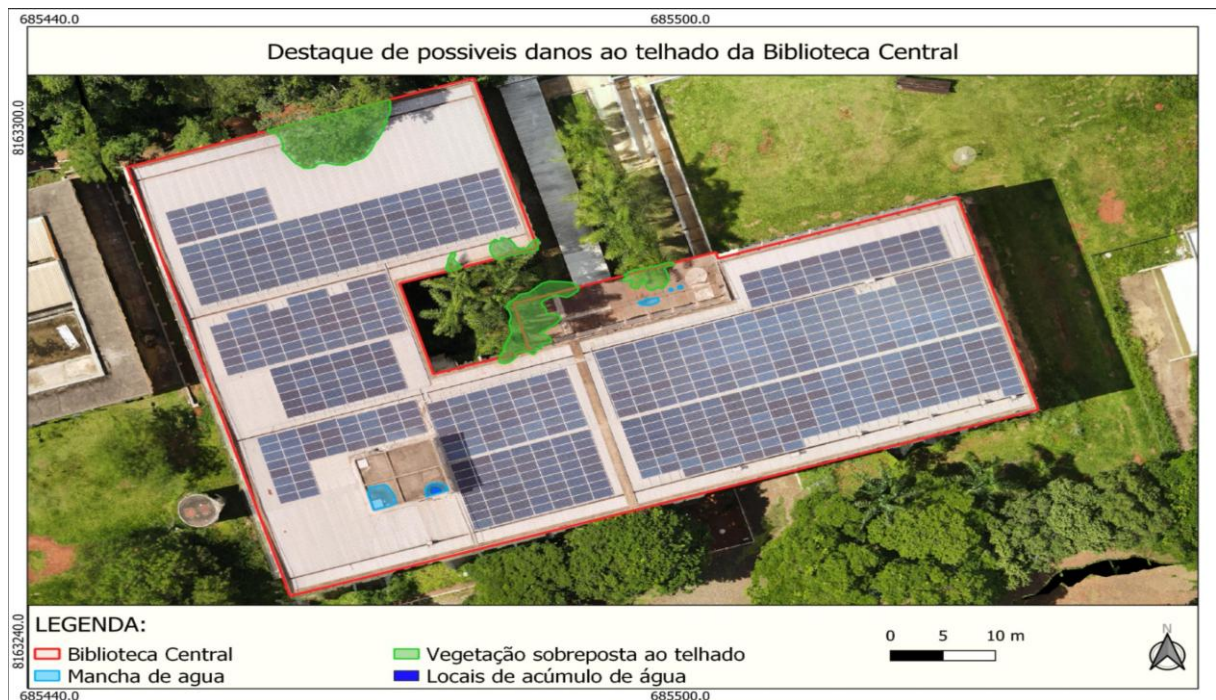
Fonte: elaborada pelo autor (2024)

Para este sobrevoos usamos o drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, equipado com o aplicativo de controle de voo PIX4D Capture, para capturar 58 fotos com a câmera RGB a 50 metros de altura com 70% de superposição das imagens, tanto lateral quanto longitudinal. As fotos foram processadas no software PIX4D Mapper para fazer um mosaico. Com o

mosaico pronto, o mapa foi gerado com o intuito de testar o drone para vistoriar o telhado desse edifício e saber se, com esse equipamento, seria possível localizar poças d'água, avarias e presença de vegetação que poderia interferir no perfeito estado de conservação dos telhados dessas edificações, bem como em seu sistema de drenagem.

No mesmo mapa da Figura 41, destacamos a Figura 42, que mostra o edifício da Biblioteca Central coberto por telhas térmicas e estas sobrepostas em grande parte por placas de geração de energia solar, com área total de 2.729,3 m², onde esta pesquisa descobriu poça d'água representada pela cor azul-marinho, localizada no alto da caixa d'água, e manchas de umidade, prova de que, em algum momento, havia acúmulos de água representados pela cor azul-celeste, ambos com uma área de 9,30 m², e uma área de 102,968 m² recoberta por vegetação que, seguramente, mais cedo ou mais tarde, causará danos ao telhado. A Figura 43 amplia os detalhes em destaque para uma compreensão mais realista desse cenário.

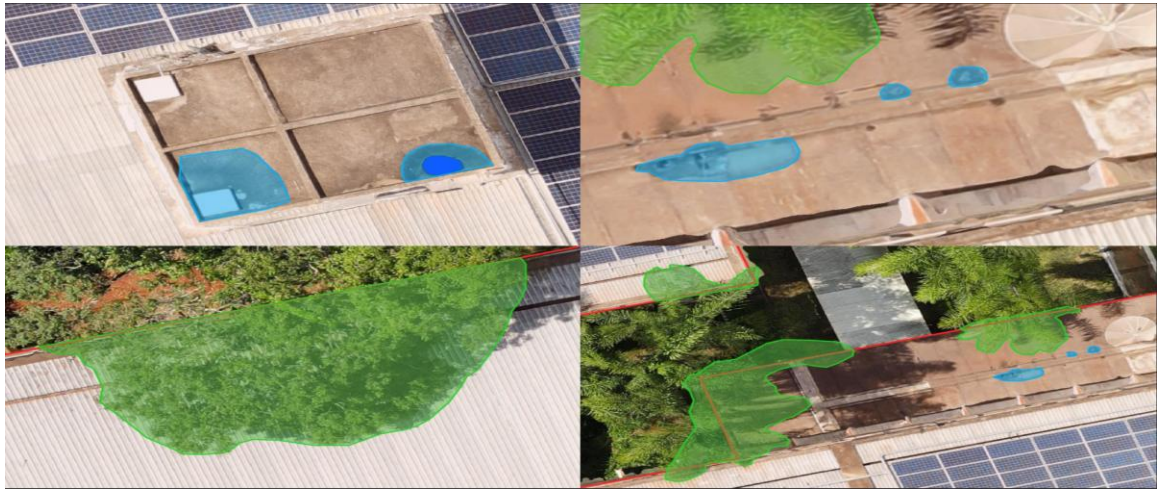
Figura 42 – Edifício da Biblioteca Central, com destaque para poças, manchas de umidade e interferência de vegetação sobre o telhado



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

A Figura 43 mostra, em detalhes, efetivamente, a capacidade do drone de detectar poças d'água, manchas de umidade e sobreposição de vegetação que, como já foi dito anteriormente, são sérias causas de danos aos telhados dos edifícios do *Campus Samambaia*.

Figura 43 – Recortes com destaques para poças, manchas d'água e vegetação



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

No mesmo mapa da Figura 43 destacamos, na Figura 44, o edifício do Lacena. Apesar de não percebermos interferência de vegetação em seu telhado, vimos claramente manchas de umidade representadas pela cor azul e uma área aberta representada pela cor rosa com certa quantidade de materiais abandonados que podem representar um risco, pois, em depósitos de materiais (entulhos) deixados a céu aberto costuma haver acúmulo de água, ou seja, um risco de haver criadouros de mosquitos vetores de doenças.

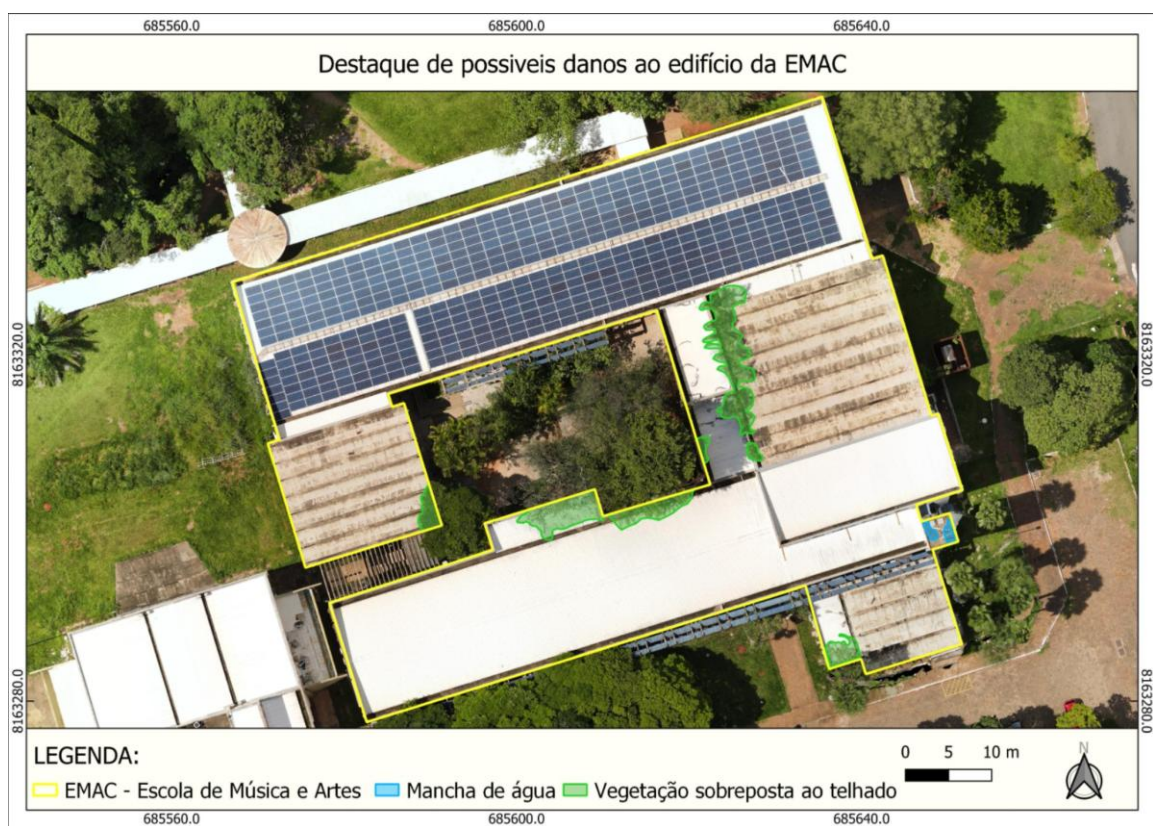
Figura 44 – Edifício do Lacena com destaques para manchas de umidade e acúmulo de materiais deixados a céu aberto



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

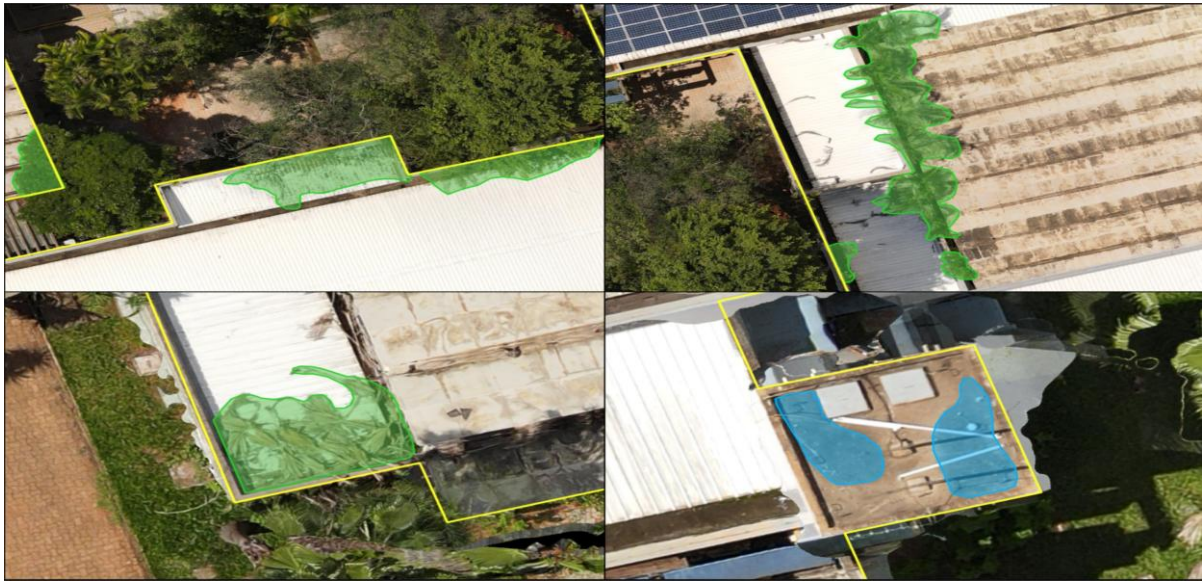
No mesmo mapa da Figura 44 destacamos a Figura 45, do edifício da Emac, cujo telhado tem área total de 3.378 m² com telhas térmicas, em parte cobertas com placas de geração de energia solar. Aqui percebemos grande quantidade de resíduos orgânicos provenientes de vegetação que cresceu em torno da edificação, principalmente de palmeiras que, por causa da baixa altura do prédio, ultrapassam seu telhado, depositando sobre ele suas folhas, cobrindo assim uma área de 117.23 m². Pela imagem do drone percebemos também a mancha de umidade que ocupa uma área de 3,8 m² localizada na caixa d'água.

Figura 45 – Edifício da Emac com destaques de resíduos e manchas d'água nos telhados



A Figura 46 mostra quatro recortes da Figura 45 (Emac), detalhando grande quantidade de resíduos de vegetação na cor verde e manchas de umidade na cor azul.

Figura 46 – Recortes do telhado da Emac com destaques de resíduos e manchas d'água nos telhados



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

Mesmo assim, o sistema de drenagem de águas pluviais se mostra eficiente, pois não visualizamos poças d'água. Essa imagem indica que, com certa urgência, deve-se executar uma limpeza nos telhados e calhas e em seguida um manejo mais eficaz da vegetação que circunda essa edificação, pois, se permanecer como está, o entupimento de calhas e o acúmulo de água, bem como danos maiores, serão inevitáveis ao telhado dessa edificação.

Como havíamos previsto inicialmente, no mesmo dia (18 de janeiro de 2024) realizamos planejamento e execução de voo sobre o edifício da Reitoria da UFG, para, depois de o mosaico pronto, elaborar o mapa da Figura 47 que iremos analisar a seguir. Esse voo foi realizado às 15h35min. Usamos o drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, com o aplicativo de controle de voo *DJI Pilot*, para capturar 36 fotos com a câmera RGB, a 50 metros de altura, com 70% de sobreposição lateral e longitudinal.

As fotos foram processadas no software PIX4D Mapper para fazer um mosaico e, a partir dele, gerar esse mapa, com o intuito de testar o drone para vistoriar o telhado desse edifício e verificar se, com esse equipamento, seria possível localizar poças d'água, avarias e presença de vegetação que poderia interferir no perfeito estado de conservação dos telhados, bem como em seu sistema de drenagem.

Figura 47 – Recortes do telhado da Reitoria da UFG com destaques de resíduos na cor verde



Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

A Figura 47, que corresponde ao mapa do edifício da Reitoria da UFG, tem uma cobertura com telhas térmicas sem a presença de placa de geração de energia solar e com pouca vegetação ao seu redor. Isso explica por que não há resíduos de vegetação sobre a cobertura e o pouco de resíduos vistos (duas folhas de palmeira), destacado no mapa pela cor verde, é proveniente das palmeiras imperiais, única vegetação próxima desse edifício — prova de que um planejamento botânico e um manejo adequado da vegetação tendem a manter a boa conservação dos telhados das edificações. O Quadro 3 mostra a síntese dos resultados obtidos na vertente infraestrutura predial da pesquisa.

Quadro 3 – Quadro-síntese dos resultados obtidos na vertente da infraestrutura predial

Edifício	Edifício					
	Iesa	Biblioteca	Lacena	Emac	Reitoria	Total
Condição do telhado						
Área em m ²	1.942	2.729,30	523	3.378	2.314	10.886,30
Vegetação em m ²	100,43	102,93	Sem dados	117,23	0	320,62
Mancha de umidade e poça d'água em m ²	0	9	12,54	3,8	0	25,34
Acúmulo de materiais	não	não	sim	não	sim	-
Painéis solares	sim	sim	não	sim	não	-
Requer limpeza	sim	sim	sim	sim	não	-
Estado geral de conservação	bom	bom	bom	bom	ótimo	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.3 Observações sobre os drones

Após vários ensaios com drones RGB e termal, visando avaliar a capacidade dos drones na gestão da segurança e infraestrutura da UFG, percebemos a nítida vantagem dessas ferramentas, pela versatilidade, rapidez de operação e das tecnologias embarcadas, principalmente no modelo de drone com dois sensores embarcados, a câmera RGB e termal.

Sobre esses sensores, reforçamos que a câmera RGB captura imagens na faixa do espectro de luz visível, mostrando em cores e de forma detalhada alvos como poças d'água, manchas de umidade, interferência da vegetação e outras avarias nos telhados, apresentadas na vertente desta pesquisa sobre a infraestrutura predial.

Na vertente segurança, o sensor RGB também apresentou bons resultados, mesmo quando usado durante o período noturno, graças ao auxílio do refletor do drone. Já o sensor termal se caracteriza por detectar o calor emitido pelos seres vivos, o que permite, por exemplo, localizar pessoas ou animais em condições de baixa ou nenhuma visibilidade ao olho nu. Nos experimentos realizados durante à noite, foi demonstrada a precisão e eficiência do instrumento, fornecendo uma imagem nítida de uma pessoa “escondida” no interior de uma vegetação esparsa e na vegetação densa serviu para monitorar com sucesso o momento em que a pessoa escondida sai para empreender fuga. Assim, o drone com sensor termal foi mais eficiente na vertente da segurança, permitindo que uma pessoa fosse localizada nas condições do experimento, com rapidez e eficiência, oferecendo segurança também para a equipe tática que usará tal ferramenta nos *campi* da UFG.

Esta pesquisa também detectou algumas limitações dos equipamentos por nós utilizados, como baixa autonomia energética — cerca de 25 minutos de voo (apesar de o fabricante garantir 30 minutos de autonomia, temos que descontar cerca de 2,5 minutos gastos tanto para decolagem quanto para pouso) —, impossibilidade de operação durante precipitações e ventanias, pouca eficiência na localização de pessoas na análise de mosaicos RGB e termal, relativa limitação na localização de pessoas na análise foto a foto, limite de altura de voo de até 60 metros em virtude da posição do local estudado, no cone de aproximação do Aeroporto Internacional Santa Genoveva.

Verificamos que a análise de mosaicos termais ou RGBs, assim como a análise foto a foto das imagens, não se mostrou eficaz para auxiliar na gestão da segurança. Apesar de a máquina de processamento do Lapig contar com uma CPU de 3,20 GHz e 32,0 GB de RAM, o processamento de um mosaico de 55 fotos, por exemplo, demanda cerca de uma hora, o que

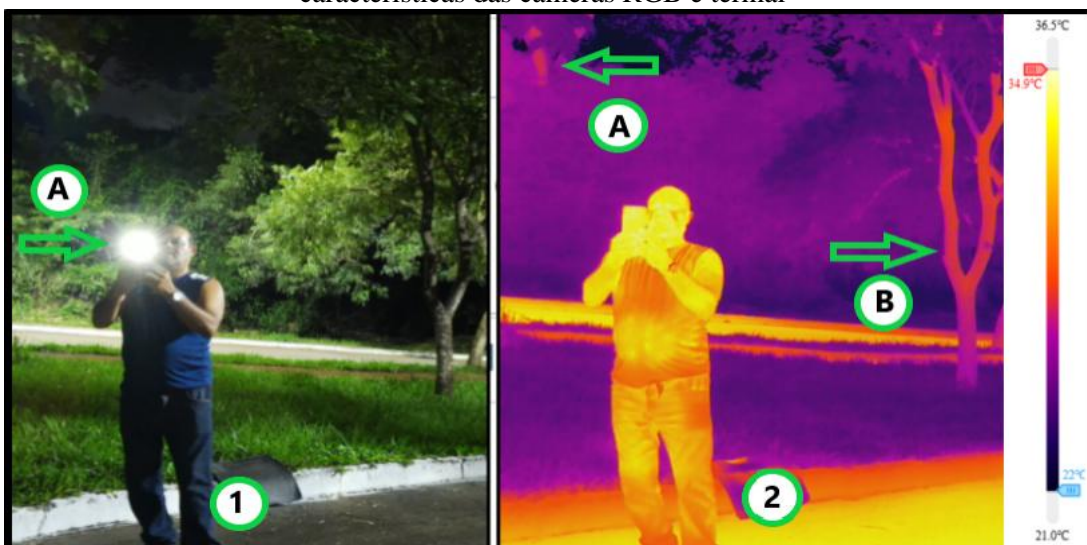
inviabiliza a utilização dessa técnica para fins de segurança, já que, nesse caso, são exigidas respostas rápidas.

Além da lentidão do processamento, a análise de mosaicos se mostrou limitada na identificação de pessoas ocultas sob vegetação, mesmo em áreas com cobertura vegetal esparsa. Isso ocorre porque a formação da imagem mosaicada utiliza apenas as porções das fotos que estão exatamente a 90° do solo, descartando outros ângulos que poderiam penetrar nos diferentes níveis da vegetação. Conseqüentemente, apenas uma pessoa localizada em uma clareira, diretamente abaixo do sensor, seria visível na imagem mosaicada, e mesmo assim, apenas sua cabeça e ombros seriam detectados, a menos que ela estivesse deitada.

Especificamente quanto ao drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, apesar de ter alguns acessórios que provamos ser muito eficientes para a vertente segurança, não possibilita o uso de alto-falante e holofote ao mesmo tempo, sendo a iluminação essencial para localização de objetos a partir da manutenção do padrão de cores, Já para localização de pessoas ou animais de sangue quente, essa deficiência pode ser suplantada pela utilização da câmera termal e alto-falante concomitantemente.

A Figura 48 ilustra as características das câmeras RGB e termal, por meio de duas fotografias do pesquisador, colocadas lado a lado, capturadas simultaneamente. Na foto 1, sensor RGB, e na foto 2, sensor termal. As fotos foram registradas em 22 de março de 2024, às 20h43min., pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, a cinco metros de distância do indivíduo alvo, em temperatura ambiente de 28 °C.

Figura 48 – Imagens geradas pelo drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual para mostrar as características das câmeras RGB e termal*



*Condição 1: câmera RGB. Condição 2: câmera termal

Fonte: Elaborada pelo autor (2024)

A foto 2, na lateral direita, traz uma escala de temperatura detectada pelo sensor termal do drone, com gradiente entre 22°C e 34,9°C, com destaque para maior radiação térmica na cabeça e mãos humanas, bem como na superfície asfáltica. Percebe-se também que até a vegetação mais densa, como o caule das árvores, retém calor recebido pela luz solar durante o dia, em destaque na foto 2 com as setas A e B.

Nota-se que a luz do flash da câmera do celular do pesquisador, destacada pela seta A na foto 1, não aparece na foto 2 (termal), pois nem sempre a luz representa uma fonte de calor, enquanto que o aparelho em si, um *smartphone*, indica temperatura mais alta do que a do ambiente, uma vez que está em funcionamento.

4.4 Proposta para aperfeiçoar a gestão de segurança e infraestrutura da UFG

Ao finalizarmos este trabalho, concluímos por indicar que a administração superior da Universidade Federal de Goiás adquira um desses equipamentos utilizados nesta pesquisa — o drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual, da fabricante chinesa DJI — ou similar e o coloque à disposição da Diretoria de Manutenção e Obras Civas da Seinfra, como o objetivo de vistoriar os telhados e as calhas das edificações em busca de poças d'água e possíveis avarias, bem como atuar na prevenção de danos a tais estruturas e fazer o monitoramento das interferências de vegetações que, conforme demonstrado na pesquisa, poderão causar danos às coberturas das edificações.

Além disso, entendemos ser importante a criação de protocolo, com uma rotina de sobrevoos programados sobre as edificações que tendem a acumular água ou lixo, visando prevenir e reduzir risco de proliferação de insetos transmissores de doenças e de avarias de maior gravidade nas edificações, normalmente invisíveis a olho nu. Essa iniciativa se torna ainda mais necessária no atual contexto em que casos de doenças como a dengue, transmitidas por arbovírus, preocupam a população de Goiânia. Isso do ponto de vista da infraestrutura predial, que rotineiramente demandaria imagens para fazer o devido monitoramento dos telhados das edificações dos *campi* da UFG.

Na vertente segurança, o mesmo drone também será útil para a gestão da segurança da UFG, pois, conforme demonstrado na pesquisa, esse equipamento, após ser amplamente testado, apresentou ótimos resultados para localização de pessoas escondidas em campo aberto sob o manto da escuridão e no interior de bosque de vegetação esparsa, onde grande parte dos meliantes se esconde antes de fugirem do *Campus* Samambaia pelo anel viário.

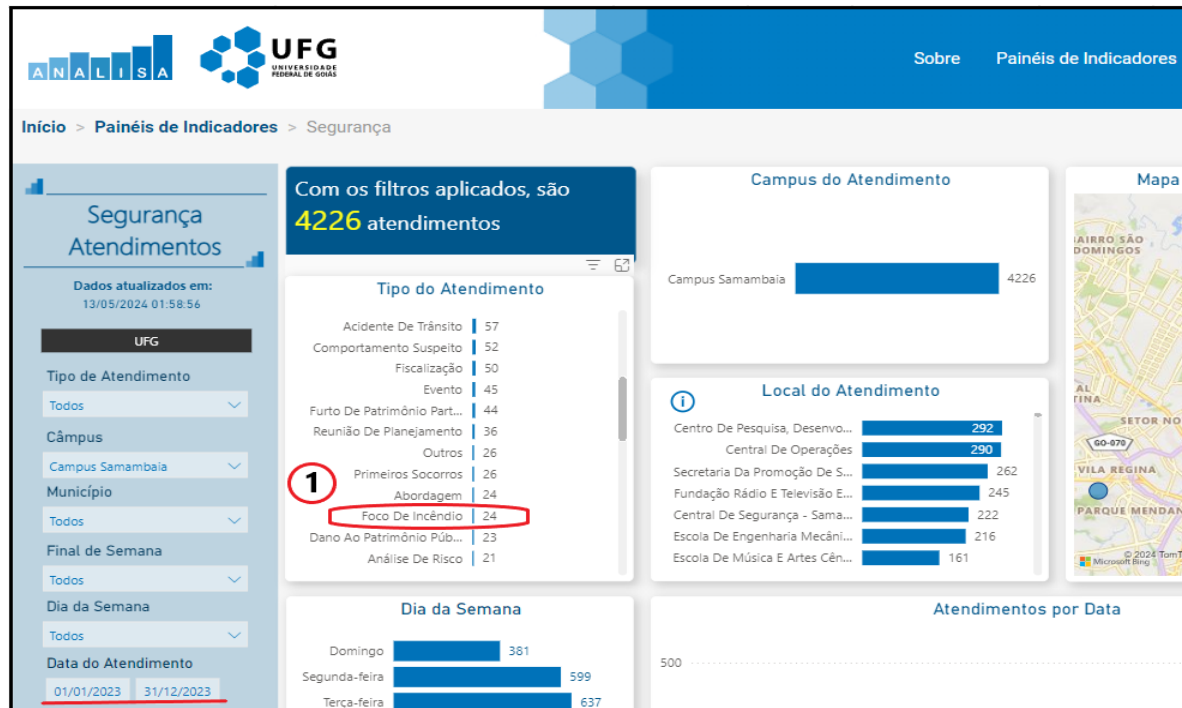
Também o indicamos para monitorar a infraestrutura da UFG e para uma melhor gestão da segurança, definindo-se protocolo com voos programados periodicamente nos locais mais propensos a casos de violências. Para esse planejamento, poder-se-ia usar o mapa de ocorrências disponível na plataforma digital de dados Analisa UFG — mostrado na Figura 2, página 19 desta dissertação —, pois nele é possível observar, além dos locais que têm a maior incidência de crimes, os dias da semana e os horários dos atendimentos registrados.

Assim, a gestão estaria oferecendo uma boa resposta aos anseios da comunidade universitária por mais segurança no interior dos *campi* a partir do ótimo desempenho do equipamento. Acreditamos que ele também será útil na busca por animais e objetos perdidos. Como a UFG está inserida numa importante reserva de floresta de Goiânia, localizada no *Campus* Samambaia, e com a pressão imobiliária circulando nesse *campus*, o drone também seria útil para monitorar essas áreas e impedir a ação de invasores, caçadores e desmatadores — estes, para não serem detectados, fazem a retirada de árvores e madeiras nas regiões mais profundas da floresta, evitando as bordas constantemente vigiadas pelas rondas motorizadas — serviço executado por motociclistas armados, contratados por uma empresa terceirizada. Entretanto, somente um monitoramento aéreo periódico poderia olhar por cima o interior da floresta, prevenindo esse tipo de ocorrência.

Em entrevista com o representante da empresa distribuidora da fabricante do drone utilizado em nossa pesquisa, Rafael Pereira do Couto, em 15 de abril de 2024, ele nos informou que, apesar de a câmera termal do drone Mavic 2 Enterprise Advanced Dual não conseguir detectar uma pessoa escondida sob uma vegetação densa, ela consegue observar fontes de calor, como focos de incêndios ainda ocultos aos olhos humanos, a exemplo de pequenas chamas de velas ainda acesas.

A aquisição desse equipamento resolveria outra demanda da segurança da UFG, porque as matas e bosques da instituição são frequentemente utilizadas para a realização de despachos e outros rituais religiosos semelhantes. Algumas pessoas fazem uso de velas acesas que são deixadas no interior dos bosques. Parte dos incêndios registrados tem origem nessas práticas. O uso frequente desse drone, principalmente nos períodos de seca, poderia prevenir esse tipo de ocorrência, que totalizou 24 casos em 2023, como mostra a Figura 49.

Figura 49 – Plataforma Analisa UFG com destaque para o número de ocorrências de focos de incêndios em 2023

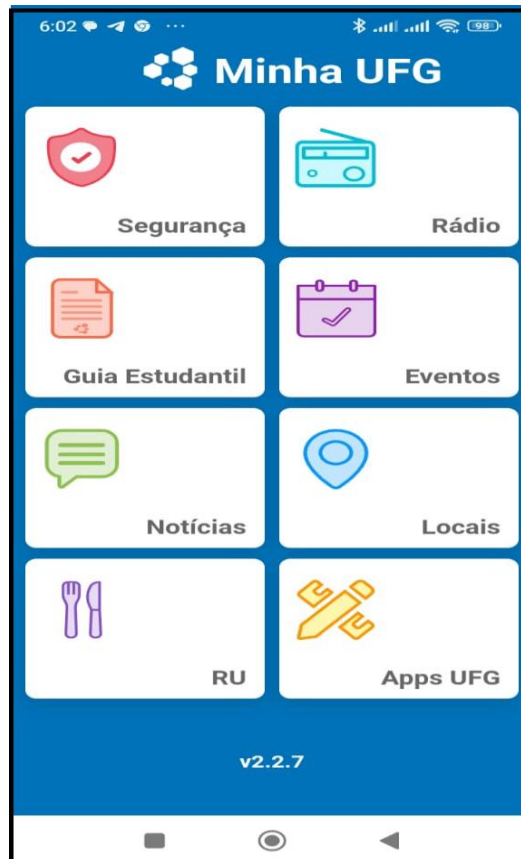


Fonte: Analisa UFG (2024)

Outro fato recorrentemente registrado no aplicativo Minha UFG é o descarte de lixo e entulhos, notadamente em lugares mais distantes e isoladas do *Campus Samambaia*, como na área de experimentos da Escola de Agronomia, antes destinada à realização da Feira Agro Centro-Oeste, onde já foram encontrados desde cadáveres a veículos roubados. De modo geral, as áreas pouco frequentadas do *Campus Samambaia* são utilizadas para práticas ilegais. Portanto, sobrevoos periódicos em florestas e outras áreas poderiam prevenir tais práticas.

Com a utilização desse equipamento, os gestores da segurança da UFG teriam todos os materiais e métodos para gerir de forma mais eficiente a segurança institucional, que já conta com o aplicativo Minha UFG (Figura 50), nos quais vários serviços são oferecidos à comunidade universitária, inclusive na solicitação de atendimentos de emergência referentes à segurança, transformando os *smartphones* em um botão de pânico móvel na mão de cada usuário.

Figura 50 – Painel de menu do aplicativo
Minha UFG



Fonte: Minha UFG (2024)

Essas solicitações são automaticamente recebidas pela central de operações de segurança, onde são gerados números de protocolo e de onde partem as determinações de pronta resposta aos atendimentos de emergência, encerrando, assim, os protocolos abertos. No painel administrativo, as ocorrências são registradas on-line pelos agentes da segurança, tanto orgânica quanto privada.

Uma vez registradas as ocorrências no painel administrativo do aplicativo Minha UFG, outra plataforma, a Analisa UFG (Figura 51), é alimentada com um banco de registros de ocorrências e outras solicitações, de modo a facilitar a análise dos dados e a tomada de decisões por parte dos gestores da UFG.

Figura 51 – Plataforma digital de análise de dados Analisa UFG



Fonte: Analisa UFG (2024)

Frequentemente, o Lapig/Pro-Vant, coordenado pelo professor Manuel Eduardo Ferreira, é solicitado a realizar voos a pedido de secretarias e órgãos da própria UFG, como a Seinfra, para monitorar edificações, ou na elaboração de mosaicos aéreos para mapeamento dos *campi*, a pedido da Secretaria de Planejamento, Avaliação e Informações Institucionais (Seplan), dentre outras. Em 2023, por exemplo, a então estudante de graduação das Ciências Ambientais, Amanda Rosa Falcão, desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso pesquisando o uso do sensor termal em drone para mapear e monitorar o funcionamento de usinas solares da UFG.

Em entrevista com a arquiteta e urbanista Lívia Maria Pereira da Silva Moreira, que atua na Faculdade de Artes Visuais (FAV) da UFG e está trabalhando na elaboração do plano diretor da Universidade, ela informou que havia solicitado ao Pro-Vant um mosaico do *Campus Colemar Natal e Silva*, em 11 de maio de 2024 (um sábado) e recebeu as imagens no dia seguinte. Portanto, a utilização do drone na UFG já é uma realidade extremamente necessária.

Logo, para planejar ações de segurança e prevenção de danos na Universidade, propomos a criação de uma política com uso de drones pela instituição, estabelecendo-se a coordenação de um núcleo específico sobre o serviço, que agiria desde o planejamento de voos até o processamento de imagens e a entrega delas, incluindo mosaicos e mapas, que

serviriam para atender as demandas de todas as secretarias e órgão da UFG. Para isso, seria necessário ter pessoal treinado à disposição desse núcleo para fazer uso dessa nova tecnologia assim que solicitado, de modo a estar sempre contribuindo com os anseios dos órgãos e unidades da UFG, bem como da comunidade universitária.

Uma vez criado o núcleo específico para tratar de operações com drone, todo suporte oferecido e equipes treinadas, aproveitando a expertise adquirida pelo uso dos drones por nós utilizados nesta pesquisa, seria o momento de a administração da UFG pensar em um equipamento tecnologicamente mais avançado, principalmente para melhorar a gestão da segurança. Para esse segundo momento, sugerimos a aquisição do equipamento DJI Dock 2, que vem com o drone DJI Matrice 3D/3TD.

Trata-se de um drone tecnologicamente mais avançado, que vem em uma cabine (hangar) totalmente automatizada, de proteção e recarregamento, chamada de DJI Dock 2 que, de acordo com o *site* do fabricante (DJI, 2024), é um projeto exclusivo. O drone DJI Matrice 3D/3TD é um “drone na caixa” leve e econômico, simples de instalar e implantar. Por ser compatível com o DJI FlightHub 2, as missões aéreas automatizadas podem ser controladas e monitoradas por meio de operações baseadas na nuvem.

O DJI Dock 2 é uma poderosa e completa solução corporativa da linha DJI *Enterprise*, com o poder de simplificar operações diárias de levantamento aéreo, inspeções, gerenciamento de ativos e segurança. O DJI Dock 2 foi projetado pensando na proteção. Com classificação de proteção IP55 à prova de poeira e água, o Dock 2, apresentado na Figura 52, funciona de forma constante por longos períodos, mesmo em climas e ambientes adversos, contando com vários sensores, incluindo medidores de precipitação, velocidade do vento e de temperatura para perceber mudanças climáticas em tempo real. Impulsionado por previsões meteorológicas *online*, fornece alertas oportunos ou encerra missões de voo por meio do DJI FlightHub 2, reduzindo efetivamente os riscos durante o voo. O DJI Dock 2 é compatível com o DJI TerraAPI para reconstrução de modelos 2D/3D ou com o DJI FlightHub 2.

Figura 52 – Plataforma DJI Dock 2 sob o drone Matrice 3D/3TD em posição de pouso ou decolagem



Fonte: DJI (2024)

A Figura 53 mostra o drone DJI Matrice 3D/3TD, com autonomia de voo de 50 minutos com bateria projetada para 400 ciclos de carregamento; alcança um raio de 10 quilômetros e recebe acessórios acoplados, como alto-falante, holofote e paraquedas, com a E-Port e a E-Port Lite (todas vendidas separadamente).

Figura 53 – Drone Matrice 3D/3TD



Fonte: DJI (2024)

A Série DJI Matrice 3D/3TD foi especificamente projetada para o DJI Dock 2, possui tanto uma câmera tele quanto uma câmera grande-ocular com obturador mecânico, atendendo às necessidades de missões de mapeamento de alta precisão de 1:500, além da câmera de infravermelho, que pode representar tanto imagens térmicas quanto RGB, tornando-o adequado para operações de segurança e inspeção. Esse equipamento, com sua autonomia tecnológica, será ideal para realizar automaticamente missões pré-programadas, para rondas de segurança nas áreas críticas do mapa das ocorrências, acompanhamento de operações das equipes motorizadas, monitoramento em tempo real dos grandes eventos na UFG, como o Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão (Conpeex) e o Espaço das Profissões.

Acreditamos que, com a aquisição dos *drones* por nós indicados, nas duas etapas, a administração da UFG terá todos os elementos necessários, incluindo equipamentos tecnológicos e digitais, para implementar ações que de fato possam aperfeiçoar a gestão de segurança e infraestrutura no interior do *Campus* Samambaia, mesmo porque o drone, de certo modo, já faz parte de algumas ações na Universidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de ferramentas tecnologicamente avançadas em sistemas de segurança e de manutenção de edifícios vem ganhando destaque no Brasil, notadamente pela facilidade, eficiência e segurança que esses dispositivos proporcionam — aspectos comprovados nesta pesquisa, que investigou e aplicou técnicas de sensoriamento remoto com uso de drones, equipados com sensores RGB e termal, visando identificar, analisar e propor soluções para os desafios de segurança e infraestrutura na UFG.

Esses dispositivos apresentaram grande potencial na detecção de anomalias, no exame de danos e na visualização do estado de conservação de prédios da Universidade. A detecção de determinadas situações relatadas foi realizada de maneira mais rápida que os métodos tradicionais de inspeção visual e com maior segurança. Os drones também desempenharam papel importante na avaliação rápida de problemas estruturais, bem como na definição de uma forma adequada para eventuais intervenções corretivas.

Os voos realizados no percurso desta pesquisa permitiram verificar a adaptabilidade e a versatilidade de drones nos âmbitos de monitoramento das condições estruturais, com foco nos telhados dos prédios, e de segurança do *Campus* Samambaia, oferecendo uma perspectiva aérea singular. Destacamos evidências da utilidade de drones essencialmente relacionadas à possibilidade da rápida utilização desses equipamentos, a excelente manobrabilidade demonstrada pelos dispositivos ao se deslocarem facilmente para locais de difícil acesso, a mitigação de riscos operacionais e a ampliação substancial da qualidade dos resultados finais, sobretudo em relação à clareza visual das imagens capturadas pelas câmeras, que foram essenciais para elaboração de excelentes mosaicos que permitiram revelar problemas muitas vezes indetectáveis pelo olho humano.

Dentre esses benefícios, acentuamos a facilidade de acesso a áreas de bosque de vegetação densa e esparsa dentro do *campus*, que podem servir de rota de fuga ou esconderijo para marginais. Conseguimos detectar, com drone, a presença de uma pessoa numa área de bosque no período noturno, fazendo uso do sensor termal. Isso evidenciou que tal dispositivo apresenta relevante apoio aos serviços de vigilância, possibilitando observar a movimentação nessas áreas sem a presença de vigilantes — o que poderia envolver riscos a esses profissionais.

Consideramos que os voos realizados foram eficientes na produção de imagens com qualidade suficiente para tomada de decisão relativa à segurança e manutenção dos telhados,

principalmente aqueles com interferência de vegetações e os que acumulam água; enfim, permitiu avaliar o estado de conservação do sistema de cobertura de prédios sem a necessidade da presença física de um agente contratado pela Universidade.

As imagens capturadas por drone compuseram um conjunto de dados relevantes para mensurar a extensão dos danos aos telhados, causados por acúmulo de água e de resíduos vegetais. Cabe salientar que a inspeção tradicional de telhados tende a ser uma tarefa lenta, desafiadora e, conseqüentemente, mais dispendiosa, principalmente por conta das limitações de acessibilidade e do risco de quedas de altura.

Entendemos que a fiscalização é uma tarefa essencial para os serviços de manutenção de prédios, pois é o processo que auxilia no diagnóstico dos danos presentes, visando reparos e substituições que influenciam no desempenho e na vida útil dos edifícios. O mapeamento prévio dos danos nos sistemas de cobertura é essencial apontar intervenções necessárias para que os problemas sejam reparados. O drone pode contribuir para aumentar a segurança dos trabalhadores, reduzir tempo e esforço durante o processo de coleta de dados e auxiliar na identificação de não conformidades.

Nesse contexto, acreditamos que a introdução de novas tecnologias, como os drones, pode trazer benefícios substanciais por gerar impactos positivos na segurança de trabalhadores que atuam na averiguação de anomalias e defeitos estruturais e por não causar perturbações significativas durante a inspeção. Além disso, evidenciamos que o uso de drone tende a reduzir o risco de proliferação de insetos transmissores de doenças, como a dengue e a febre amarela, ao indicar acúmulo de água ou lixo nos telhados e calhas dos prédios.

Consideramos que este estudo se apresenta como contribuição útil para as universidades brasileiras no sentido de que possibilita uma compreensão mais ampla sobre a utilização de drones para fins de inspeção de prédios e apoio às equipes de manutenção e de segurança dos *campi* universitários.

REFERÊNCIAS

- ADORNO, Sérgio; LAMIN, Cristiane. Medo, violência e insegurança. *In*: LIMA, Renato Sérgio de; PAULA, Liana de (org.) **Segurança pública e violência**: o Estado está cumprindo seu papel? 2. ed. São Paulo: Contexto, 2014. p.151-170.
- AGUILAR, Gabriel. Inspeção predial de fachadas com drones à luz da ABNT 5674:2012. **Jusbrasil**. (2018). Disponível em: <www.jusbrasil.com.br/artigos/inspecao-predial-de-fachadas-com-drones-a-luz-da-abnt-nbr-5674-2012/681448850>. Acesso em: 03 out. 2023.
- ALCÂNTARA, Thalys. Dengue: Goiânia é capital com maior número de casos do Brasil em 2022. **Metrópoles**, 08 abr. 2022. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/brasil/dengue-goiania-e-capital-com-maior-numero-de-casos-do-brasil-em-2022>>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- ALMEIDA, Tânia Maria Campos. Violências contra mulheres nos espaços universitários. *In*: STEVENS, Cristina *et al.* **Mulheres e violências**: interseccionalidades. Brasília: Technopolitik, 2017. p. 384-399.
- ALVES JÚNIOR, Leomar Rufino. **Análise de produtos cartográficos obtidos com câmera digital não métrica acoplada a um veículo aéreo não tripulado em áreas urbanas e rurais no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- BRANDÃO, Divino; KRAVCHENKO, Anatoly. **A biota do campus Samambaia**: história, situação atual e perspectivas. Goiânia: Editora da UFG, 1997.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94/2017**. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Portaria Decea nº 928/DNOR8**, de 15 de maio de 2023. Aprova a reedição da ICA 100-40: Instrução sobre aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>>. Acesso em: 8 dez. 2023.
- BRASIL CHEGA a 3 mil mortes confirmadas por dengue em 2024. **G1Globo**, 25 maio 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/saude/dengue/noticia/2024/05/24/brasil-chega-a-3-mil-mortes-confirmadas-por-dengue-em-2024.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- CAI, Xiang *et al.* A systematic approach to developing and evaluating website fingerprint defenses. *In*: Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC CONFERENCE ON COMPUTER AND COMMUNICATIONS SECURITY, Scottsdale, AZ, USA, 3-7 November 2014. p. 227–238.

CARVALHO, Mayara. Jovem assassinado na UFG traficava dentro do campus, diz polícia. **Jornal Opção**, 05 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/jovem-assassinado-na-ufg-trafficava-dentro-do-campus-diz-policia-127278/>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

CASSEMIRO, Guilherme Henrique Medeiros; PINTO, Hugo Borges. **Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com drone**. Monografia (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CASTRO, Giovanna. Brasil é o país com mais casos de dengue no mundo, mostram dados da OMS. **Terra**, 23 dez. 2023. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/saude/brasil-e-o-pais-com-mais-casos-de-dengue-no-mundo-mostram-dados-da-oms>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

CAVALCANTE, Wendson Soares da Silva *et al.* Tecnologias e inovações no uso de drones na agricultura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 7108-7117, 2022.

CERQUEIRA Daniel Ricardo de Castro. Prefácio. In: FERREIRA, Helder Rogério Sant'ana; MARCIAL, Elaine Coutinho. **Violência e segurança pública em 2023: cenários exploratórios e planejamento prospectivo**. Rio de Janeiro: Ipea, 2015. p. 9-11.

CHAPECÓ usa drone para ações de combate à dengue. **Prefeitura de Chapecó**, 22 ago. 2023. Disponível em: <<https://www.chapeco.sc.gov.br/noticia/7416/chapeco-usa-drone-para-acoes-de-combate-a-dengue>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

CHIROLIRINDO, Caroline Bianca de Almeida Castro; ALVES, Clarindo. Uso do veículo aéreo não tripulado (vant), frente à preservação do direito fundamental à privacidade. **Revista Científica de Pesquisa em Segurança Pública**, v. 12, 2014.

CIDADES goianas estão fora do top 50 das mais violentas do país. **Governo de Goiás**, 21 jul. 2023. Disponível em: <<https://goias.gov.br/cidades-goianas-estao-fora-do-top-50-das-mais-violentas-do-pais>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

COBERTURAS e marquises de imóveis de BH viram potenciais criadouros do Aedes aegypti. **O Estado de Minas**, 01 fev. 2016. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/02/01/interna_gerais,730189/o-em-fla-grou-pis-ci-nas-de-agua-de-chu-va-so-bre-pre-di-os-no-cen-tro>. Acesso em: 19 dez. 2023.

COSTA JUNIOR, Mozarte Simões da. **Violência nos campi das universidades federais do Rio Grande do Sul (UFRGS, UFPEL, UFSM E FURG) e a segurança em um ambiente acadêmico**. Dissertação (Mestrado em Segurança Cidadã) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

COSTA, Marco Antônio. Segurança pública. **Revista Núcleo de Criminologia**, v. 7, 2010. Disponível em: <<http://www.atenas.edu.br/>>. Acesso em: 20 set. 2023.

COSTA, Rafaela Duarte. **Análise da atuação dos drones na segurança de um país**. Dissertação (Mestrado em Direito e Segurança) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.

DENGUE: BRASIL bate recorde de mortes pela doença em 2023. **Exame**, 29 dez. 2023. Disponível em: <<https://exame.com/brasil/dengue-brasil-bate-recorde-de-mortes-pela-doenca-em-2023/>>. Acesso em 03 jan. 2024.

DENGUE: Vitória utiliza drones no combate ao mosquito *Aedes aegypti*. **Portal 27**, 28 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.portal27.com.br/dengue-vitoria-utiliza-drones-no-combate-ao-mosquito-aedes-aegypti/>>. Acesso em: 14 out. 2023.

DERHAB, Abdelouahid *et al.* Internet of drones security: taxonomies, open issues, and future directions. **Vehicular Communications**, v. 39, p. 245-253, 2023.

DJI. **Modelo Phantom 4 Pro**. Disponível em: <www.dji.com/br/phantom-4-pro?from=p4p-or-p4a>. Acesso em: 23 jul. 2022.

DJI. **Mavic 2 Enterprise Advanced**. Disponível em: <<https://enterprise.dji.com/pt-br/mavic-2-enterprise-advanced>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

DJI. **O DJI Dock 2 eleva operações automáticas com drones a um novo patamar**. Disponível em: <<https://www.dji.com/br/media-center/announcements/dji-launch-dock-2-pt>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

DOSARI, Khalifa Al; HUNAITI, Ziad; BALACHANDRAN, Wamadeva. Systematic review on civilian drones in safety and security applications. **Drones**, v. 7, n. 3, p. 1-33, 2023.

DRONE sobre Congonhas pode causar prejuízo de mais de R\$ 1 milhão, estima associação de empresas aéreas. **G1**, 13 nov. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/drone-sobre-congonhas-causou-prejuizo-de-mais-de-r-1-milhao-estima-associao.ghml>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

DRONE VAI VIGIAR trilhas de fuga de bandidos do tráfico em matas. **A Gazeta**, 25 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/es/policia/drone-vai-vigiar-trilhas-de-fuga-de-bandidos-do-traffic-em-matas-0119>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

DRONES E O RISCO para a aviação comercial. **Iaciti**, 31 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.iacit.com.br/artigos/n/12/drones-e-o-risco-para-a-aviacao-comercial>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

ESTUDANTE É VÍTIMA de estupro e feminicídio dentro da Universidade Federal do Piauí. **Andes**, 30 jan. 2023. Disponível em: <<https://www.andes.org.br/conteudos/noticia/estudante-e-vitima-de-estupro-e-feminicidio-dentro-da-universidade-federal-do-piaui>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

FALCÃO, Amanda Rosa. **Uso de plataformas aéreas não tripuladas, embarcadas com câmera RGB e termal, para mapeamento e inspeção de usinas solares**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

FEITAL, Marcelo Rosa. **Uso de vant (veículo aéreo não tripulado) para inspeção de projetos de construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento de Projetos) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2017.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA(FBSP). **17º Anuário Brasileiro de Segurança Pública**. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2023. Disponível em: <<https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2023/07/anuario-2023.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2023.

FURLANETO NETO, Mário FURLANETO, Fernanda de Paiva Badiz. Estudo sobre a responsabilidade decorrente do uso de “veículo aéreo não tripulado” (drone) no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. 1-10, 2022.

GAMA, Guilherme. Drones com sensor de calor são usados para buscar foragidos em Mossoró; entenda a tecnologia. **CNN**, 16 fev. 2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/drones-com-sensor-de-calor-sao-usados-para-buscar-foragidos-em-mossoro-entenda-a-tecnologia/>>. Acesso em: 12 maio 2024.

GOMES, Henrique. UnB recebe drones para reforçar segurança nos *campi*. **UnB Notícias**, Brasília, 05 ago. 2020. Disponível em: <<https://noticias.unb.br/76-institucional/4344-unb-recebe-drones-para-reforcar-seguranca-nos-campi>>. Acesso em: 03 out. 2023.

GONDINHO, Carla Christina Pereira da Silva *et al.* A violência no ambiente universitário. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 31, n. 4, p. 1-8, 2018.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 12 fev. 2021; 2023.

GUIMARÃES, Eduardo Nunes *et al.* A interiorização do ensino superior e a mobilidade estudantil reversa nos pequenos municípios. *In*: MACEDO, Fernando Cezar de; MONTEIRO NETO, Aristides; VIEIRA, Danilo Jorge (org.). **Universidade e território: ensino superior e desenvolvimento regional no Brasil do século XXI**. Brasília: Ipea, 2022. p. 391-426.

Haidar, Diego. Drone ajudou a localizar bandidos em fuga da Praça Seca para o Lins. **G1**, 19 maio 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/drone-ajudou-a-localizar-bandidos-em-fuga-da-praca-seca-para-o-lins.ghtml>>. Acesso em: 03 jan. 2024.

HERRMANN, Pâmela Boelter; NASCIMENTO, Victor Fernandez; FREITAS, Marcos Wellausen Dias. Sensoriamento remoto aplicado à análise de fogo em formações campestres: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 2, p. 437-458, 2022.

HUTTUNEN, Mikko. Civil unmanned aircraft systems and security: the European approach. **Journal of Transportation Security**, v. 12, p. 83-101, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Inmet). Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

JUCÁ, Tatiana Renata Pereira; OLIVEIRA, Janes Cleiton Alves de; ZANONI, Vanda Alice Garcia. **Uso do drone como tecnologia disruptiva na inspeção de fachadas**. *In*: ANAIS PATRIMÔNIO [livro eletrônico]. Goiânia.: LaSUS FAU, 2022. Disponível em: <<https://www.patrimonio40.tec.br/anais>>. Acesso em: 25 set 2023.

LABOISSIÈRE, Paula. Casos de dengue no Brasil aumentam 15,8% em 2023. **Agência Brasil**, 08 dez. 2023. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-12/casos-de-dengue-no-brasil-aumentam-158-em-2023>>. Acesso em: 21 dez. 2023

LE GOFF, Jacques. Centro/periferia. *In*: LE GOFF, Jacques.; SCHMITT, Jean-Claude. **Dicionário temático do Ocidente Medieval**. São Paulo: Imprensa Oficial/Edusc, 2002. p. 201-217.

LIMA, Pedro; NASCIMENTO, André. Como a tecnologia está sendo usada para ajudar vítimas da tragédia no Rio Grande do Sul. **G1Globo**, 09 maio 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2024/05/09/como-a-startup-de-whindersson-nunes-esta-usando-a-tecnologia-para-ajudar-na-tragedia-no-rio-grande-do-sul.ghtml>>. Acesso em: 28 maio 2024.

LIMA, Silvânia. UFG realiza ampla pesquisa sobre violência. **Jornal UFG**. Goiânia, n. 69, nov./dez 2014. Disponível em: <<https://jornal.ufg.br/n/76947-ufg-realiza-ampla-pesquisa-sobre-violencia>>. Acesso em: 12 out. 2023.

MACÊDO, Gabriela. Goiânia entra em situação de emergência devido ao aumento de casos de dengue. **G1Globo**, 13 mar. 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2024/03/13/goiania-entra-em-situacao-de-emergencia-devido-ao-aumento-de-casos-de-dengue>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

MACEDO, José Vitor *et al.* Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: estudo de caso. *In*: CONFERÊNCIA NACIONAL DE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS. Recife, 2017. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/64128030-Manifestacoes-patologicas-causadas-pela-umidade-devido-a-falha-ou-ausencia-de-impermeabilizacao-estudo-de-caso.html>> Acesso em: 30 de set. 2023.

MAGNAVITA, Augusto César Miranda. **Gestão de riscos na segurança universitária**: uma abordagem na Universidade Federal da Bahia, *campus* Ondina. Dissertação (Mestrado Profissional em Segurança Pública, Justiça e Cidadania) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

MAIA, Cloves Reges. Goiânia é a 5ª capital com o menor índice de homicídios do Brasil. **Opinando**, 20 jul. 2023. Disponível em: <<https://nosopinando.com.br/seguranca-publica-goiania-e-a-5a-capital-com-o-menor-indice-de-homicidios-do-brasil>>. Acesso em: 18 dez. 2023.

MAJEED, Rizwan *et al.* Drone security: issues and challenges. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 12, n. 5, p. 720-726, 2021.

MENEZES, Jones Baroni Ferreira de; NUNES, Francisco Eldefábio Freire. Práticas e ações integradas sobre as arboviroses no contexto educacional de Jaguaribe-CE. **Temas em Educação e Saúde**, Araraquara, v. 18, p. 1-15, 2022.

MILIC Aleksandar; RANĐELOVIĆ, Aca; RADOVANOVIĆ, Marko. **Use of drones in operations in the urban environment**. *In*: V INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE SAFETY AND CRISIS MANAGEMENT – THEORY AND PRACTISE SAFETY FOR THE FUTURE, 2019. p. 125-131.

NASCIMENTO, Ana Juvelina da Silva; DENADAI, Marcelo Scantamburlo. Sensoriamento remoto com o uso do drone. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 10-17, 2023.

NERY, Lucas Mateus da Costa; PIMENTA, Jones Silva Amanajas; BRAGA, Jerffeson Steve Silva. O uso de veículos aéreos não tripulados na construção civil e suas contribuições no Brasil. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB*, 3., 2021, Maceió. Anais...Porto Alegre: Antac, 2021. p. 558-565. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14>>. Acesso em: 16 set. 2022.

NOVA ARMA contra a dengue: UFSC inicia testes com drone para combate a focos. **Notícias da UFSC**, 22 jun. 2018. Disponível em: <<https://noticias.ufsc.br/2018/06/nova-arma-contra-a-dengue-ufsc-inicia-testes-com-drone-para-combate-de-focos/>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

NÚCLEO DE ESTUDOS DA VIOLÊNCIA DA USP (NEV). **Monitor da violência**. Disponível em: <<https://nev.prp.usp.br/projetos/projetos-especiais/monitor-da-violencia/>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

NUMMER, Fernanda de Valli *et al.* Percepções da insegurança na perspectiva dos alunos. *In: RAMOS, Edson Marcos Leal Soares; ARAUJO, Adrilayne dos Reis (org.). Violência no campus*. Belém: UFPA, 2013. p. 119-133.

OLIVEIRA, Caroline; ROMERO, Maria. Femicídio na UFPI: mestrando estuprou estudante após matá-la e fez fotos de vítima sangrando, conclui inquérito. **G1**, 06 fev. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2023/02/06/feminicidio-na-ufpi-mestrando-estuprou-estudante-apos-mata-la-e-fez-fotos-de-vitima-sangrando-conclui-inquerito.ghtml>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

OLIVEIRA, Flávio Araripe de. CTA e Projeto VANT. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VANT*, 1. São José dos Campos, 2005. Palestra proferida no Centro de Tecnologia da Aeronáutica. Disponível em: <http://www.defesabr.com/Fab/CTA_Projeto_VANT.pdf>. Acesso em: 12 out. 2020.

OLIVEIRA, Dijaci David de; SANTIBANEZ, Dione Antonio de Carvalho de Souza (coord.). **Violência, conflitos e crimes nos campi universitários**: subsídios para a política de segurança da UFG (Relatório de pesquisa). Goiânia: UFG/Necrivi, 2015. Disponível em: <https://www.ufg.br/up/1/o/Relat%C3%B3rio_Sint%C3%A9tico_NECRIVI__revisado>. Acesso em: 19 dez. 2023.

OLIVEIRA, Paulo Francisco de. **O uso dos drones na segurança pública**: análise da regulação brasileira quanto à garantia da privacidade e da proteção dos dados pessoais. Dissertação (Mestrado em Direito) – Centro Universitário Internacional, Curitiba, 2003.

PINHONI, Marina; GALLO, Ricardo. Presença de drone no entorno de Congonhas fez aeroporto fechar por 20 minutos nesta terça. **G1 Globo**, 09 jan. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/01/09/presenca-de-drone-no-entorno-de-congonhas-fez-aeroporto-fechar-por-20-minutos-na-terca.ghtml>>. Acesso em: 22 dez. 2023.

PINHONI, Marina; VELASCO, Clara, GALLO, Ricardo. Monitor da Violência: assassinatos caem 3,4% no primeiro semestre de 2023 no Brasil. **G1Globo**, 17 ago. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/monitor-da-violencia/noticia/2023/08/17/monitor-da-violencia-assassinatos-caem-34percent-no-primeiro-semester-de-2023-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

PIX4 CAPTURE. **Software de controle Pix4 Capture**, 2022. Disponível em: <<https://www.pix4d.com/product/pix4dcapture/>>. Acesso em: 18 out. 2022.

POLÍCIA usa drones e helicópteros em operações contra o tráfico, em Vitória. **G1**, 25 jan. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2019/01/25/policia-usa-drones-e-helicopteros-em-operacoes-contra-o-trafico-em-vitoria.ghtml>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

POUSOS e decolagens são suspensos no Salgado Filho por mais de uma hora após drones sobrevoarem área do aeroporto. **GaúchaZH**, 19 mar. 2018. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2018/03/pousos-e-decolagens-sao-suspensos-no-salgado-filho-por-mais-de-uma-hora-apos-drones-sobrevoarem-area-do-aeroporto>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

PREFEITURA DE GOIÂNIA. Secretaria Municipal de Saúde. **Boletim Arbovirozes**, n. 52, dez. 2023. Disponível em: <<https://saude.goiania.go.gov.br/wp-content/uploads/sites/3/2024/01/Boletim-Arbovirozes-Semana-52-1.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2024.

PREFEITURA DE GOIÂNIA. Secretaria Municipal de Saúde. **Boletim Arbovirozes**, n. 12, mar. 2024. Disponível em: <<https://saude.goiania.go.gov.br/wp-content/uploads/sites/3/2024/03/Boletim-Arbovirozes-Semana-12.24.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

PRÓ-REITORIA de Pesquisa e Inovação está em novas instalações. **Notícias UFG**, 05 abr. 2018. Disponível em: <<https://prpi.ufg.br/n/105298-pro-reitoria-de-pesquisa-e-inovacao-esta-em-novas-instalacoes?locale=es>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

PUPULIM, Pedro. Brasil ultrapassa marca de 700 mortes por dengue em 2024. **CNN Brasil**, 22 mar. 2014. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-ultrapassa-marca-de-700-mortes-por-dengue-em-2024/>>. Acesso em: 24 mar. 2024.

RABELO, Wesley Costa. Vídeo: drone termal é usado na caça de assaltantes no Pará. **DOL**, 16 fev. 2023. Disponível em: <<https://dol.com.br/noticias/policia/796092/video-drone-termal-e-usado-na-caca-de-assaltantes-no-para?d=1>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

ROSA, Amélia Paes de Andrade Travassos *et al.* Arbovirozes. *In*: TONELLI, Edward; FREIRE, Lincoln. M. S. **Doenças infecciosas na infância e adolescência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Médica e Científica, 2000. p. 986-1015.

SALGADO NETO, Antônio; CALDEIRA, Nathalia Longaray; FARIA, Michela Steluti Poleti. Estudo de caso: análise de imagens geradas por vant (drone) para o monitoramento e controle do avanço de obras de infraestrutura. **Revista Unisociesc**. 2021. Joinville-SC. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/14545>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

SALLES, Eduardo Baldissera Carvalho. A incorporação de drones para vigilância de espaços urbanos brasileiros: o uso pelas Forças Armadas e órgãos de segurança pública da União e do estado de Santa Catarina. **Revista de Direito, Governança e Novas Tecnologias**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 83-103, 2018.

SANTANA, Vitor. Jovem é morto a tiros dentro do *campus* Samambaia da UFG, em Goiânia. **G1Globo**, 5 jun. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/homem-e-morto-a-tiros-dentro-do-campus-samambaia-da-ufg-em-goiania.ghtml>>. Acesso em: 23 set. 2023.

SANTOS, André Almeida; CARDOSO, Vitor Campos; CHAGAS, Eber. Uma automação para transmissão de comandos para um drone de baixo custo sobre a plataforma MultiWii. In: **MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA**, 15., Vitória da Conquista, 2015. Disponível em: <<http://200.145.27.212/MNR/mostravirtual/interna.php?id=10989>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SANTOS, Augusto dos. Violências contra estudantes no *campus* de uma universidade federal brasileira. **Gênero & Direito**, v. 8, n. 5, p. 20-43, 2019.

SANTOS, Marli E. dos. **Uso de plataformas aéreas não tripuladas no mapeamento de ocupações urbanas sob infraestruturas de transmissão de energia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2023.

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura. **Terrenos da UFG**. [2007] Disponível em: <<https://seinfra.ufg.br/p/1386-terrenos-da-ufg>>. Acesso em: 18 fev. 2023.

SENSOR de calor e drones ajudam a localizar quadrilha no Norte de Minas. **Hoje em dia**, 10 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.hojeemdia.com.br/minas/sensor-de-calor-e-drones-ajudam-a-localizar-quadrilha-no-norte-de-minas-veja-videos-da-ac-o->>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SHVETSOVA, Svetlana; SHVETSOV, Alexay. Ensuring safety and security in employing drones at airports. **Journal of Transportation Security**, v. 14, p. 41-53, 2021.

SILVA FILHO, Luis de Sousa e. **VANT**: análise da regulamentação operacional e econômica. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2016.

SILVA, Karwhory Wallas Lins *et al.* Práticas e saberes sobre doenças infecciosas e parasitárias transmitidas por mosquitos vetores entre escolares de Maceió, Alagoas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-14, 2021.

SILVA, Rodrigo Soares *et al.* Acesso ao espaço aéreo brasileiro por aeronaves não tripuladas. **Revista do Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica**, v. 1, n. 1, p. 23-40, 2020.

SOUSA, Henrique Lima de. Sensoriamento remoto com vants: uma nova possibilidade para a aquisição de geoinformações. **Revista Brasileira de Geomática**, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 326-342, 2017.

SOUZA, Luiz Paulo. Como drones e outras tecnologias estão ajudando a resgatar vítimas no RS. **Veja**, 06 maio 2024. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/tecnologia/como-drones-e-outras-tecnologias-estao-ajudando-a-resgatar-vitimas-no-rs>>. Acesso em: 28 maio 2024.

SOUZA, Patricia Veronica Nunes Carvalho Sobral de; SANTOS, Alex Torres. A inserção dos drones (RPAS) na segurança pública brasileira: uma análise sob a ótica do princípio da eficiência. **Em Tempo**, Marília, v. 18, n. 1, p. 133-155, 2019.

SOVERAL, Fabrício; ARAÚJO, Augusto. UFG sobe em ranking internacional e está entre as melhores da América Latina. **Reitoria Digital**, 19 jul. 2022. Disponível em: <<https://reitoriadigital.ufg.br/n/157768-ufg-sobe-em-ranking-internacional-e-esta-entre-as-melhores-da-america-latina>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

TONDELO, Patricia Geittenes; BARTH, Fernando. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 10, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652817>>. Acesso em: 28 out. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). Unidade de Conservação. **Bosque Auguste Saint-Hilaire**. Disponível em: <<https://mc.ufg.br/p/14765-unidade-de-conservacao>>. Acesso em: 18 dez. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Núcleo Interdisciplinar de Políticas Públicas. **Violência e sentimento de insegurança nos campi das universidades brasileiras**: entrevista com gestores. Florianópolis: UFSC, 2017. Disponível em: <<https://nipp.ufsc.br/files/2017/08/Pesquisa.Hemerografica.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

UNIVERSITÁRIO é morto em festa no campus da UFG. **Veja**, 16 set. 2017. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/brasil/universitario-e-morto-em-festa-no-campus-da-ufg>>. Acesso em: 23 dez. 2023.

VELASCO, Murillo. Tiroteio mata estudante e fere jovem durante festa dentro de campus da UFG em Goiânia. **G1**, 16 set. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/goias/noticia/tiroteio-mata-estudante-e-fere-jovem-durante-festa-dentro-de-campus-da-ufg-em-goiania.ghtml>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

WESTIN, Ricardo. Dengue: clima, água parada e falhas do poder público causaram explosão de casos. **Agência Senado**, 16 fev. 2024. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2024/02/dengue-clima-agua-parada-e-falhas-do-poder-publico-causaram-explosao-de-casos>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

YONESHIGUE, Bernardo. Dengue: Brasil bate recorde de mortes pela doença em 2023. **O Globo**, 29 dez. 2023. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2023/12/29/dengue-brasil-bate-recorde-de-mortes-pela-doenca-em-2023.ghtml>>. Acesso em: 03 jan. 2024.