

# Manual sobre OPERAÇÃO DE DRONE (UA) NO APOIO ÀS ATIVIDADES AEROPORTUÁRIAS



**MANUAL SOBRE A OPERAÇÃO DRONE (UA)  
NO APOIO ÀS ATIVIDADES AEROPORTUÁRIAS  
(1ª EDIÇÃO)**

**SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – SIA**

Julho/ 2025

**SUPERINTENDENTE**

Giovano Palma

**GERENTE DE CERTIFICAÇÃO E SEGURANÇA OPERACIONAL**

Eduardo Henn Bernardi

**GERENTE TÉCNICO DE INFRAESTRUTURA E OPERAÇÕES AEROPORTUÁRIAS**

Javã Atayde Pedreira da Silva

**EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL**

Rodrigo Ortolá Torres – SIA

Denis Eduardo Fedrizzi Moreira – Fraport Brasil Aeroporto de Porto Alegre

**Este manual é fruto de um trabalho desenvolvido em parceria entre a ANAC e a Fraport Brasil. Outras concessionárias de aeroportos colaboraram com este trabalho, compartilhando experiência prática, realizando voos para testes simulados, fornecendo dados e imagens, como a Zurich Airport Brasil, BH Airport e GRU Airport. Tal colaboração foi fundamental para a elaboração do conteúdo deste manual.**

**PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

Assessoria de Comunicação Social (Ascom)

**DÚVIDAS, SUGESTÕES E CRÍTICAS PODEM SER ENVIADAS PARA O E-MAIL**

[gtop@anac.gov.br](mailto:gtop@anac.gov.br)

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>7</b>
<b>PREFÁCIO</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1: PÚBLICO-ALVO</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 2: DEFINIÇÕES</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 3: INTRODUÇÃO AOS DRONES</b>	<b>12</b>
3.1 DEFINIÇÃO E TIPOS DE DRONES.....	12
3.1.1 DRONES DE ASA FIXA.....	13
3.1.2 DRONE MULTIROTOR.....	15
3.1.3 DRONES HÍBRIDOS.....	16
<b>CAPÍTULO 4: LEGISLAÇÃO APLICÁVEL</b>	<b>17</b>
4.1 REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA.....	17
4.2 ACORDOS.....	21
4.3 PROCEDIMENTOS DE AUTORIZAÇÃO.....	21
4.3.1 COMUNICAÇÃO COM ÓRGÃO ATS.....	21
<b>CAPÍTULO 5: SEGURANÇA OPERACIONAL E TREINAMENTO</b>	<b>22</b>
5.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS.....	22
5.1.1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCOS.....	22
5.1.2 PLANOS DE CONTINGÊNCIA.....	23
5.2 TREINAMENTO DE OPERADORES.....	24
<b>CAPÍTULO 6: ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 7: APLICAÇÕES EM AEROPORTOS</b>	<b>31</b>
7.1 SEGURANÇA OPERACIONAL.....	31
7.2 GERENCIAMENTO DO RISCO DA FAUNA.....	35
7.3 MONITORAMENTO DA ÁREA OPERACIONAL E DE OBSTÁCULOS.....	43
7.4 MANUTENÇÃO E INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA.....	46
7.4.1 COMPARAÇÃO DE IMAGENS PARA AVALIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E SINALIZAÇÃO .....	52

7.4.2 PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE DRENAGEM.....	58
7.4.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS.....	60
7.5 SEGURANÇA CONTRA ATOS DE INTERFERÊNCIA ILÍCITA (AVSEC – AVIATION SECURITY).....	63
7.5.1 RESPEITO À INTIMIDADE, VIDA PRIVADA, HONRA E IMAGEM DAS PESSOAS E SIGILO DE DADOS PESSOAIS.....	66
7.6 RESPOSTA À EMERGÊNCIA AEROPORTUÁRIA.....	66
7.7 CALIBRAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DE PAPI.....	71
7.8 MARKETING E COMUNICAÇÃO.....	74
7.9 COLETA DE EVIDÊNCIAS DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA.....	78
7.9.1 GEOMETRIA.....	78
7.9.2 DECLIVIDADES.....	80
7.9.3 OBJETOS E NIVELAMENTO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA.....	80
7.9.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	81
7.9.5 SINALIZAÇÃO LUMINOSA.....	82
7.9.6 INDICADOR DE DIREÇÃO DE VENTO.....	86
7.9.7 FAROL DO AERÓDROMO.....	86
<b>CAPÍTULO 8: VOANDO COM O DRONE NO AERÓDROMO</b>	<b>87</b>
8.1 PILOTO REMOTO DE AERÓDROMO.....	87
8.2 DESCRIÇÃO DAS AERONAVES NÃO TRIPULADAS.....	88
8.3 PERSONALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS.....	88
8.4 CARTA DE ACORDO OPERACIONAL (CAOP).....	92
8.4.1 ELABORAÇÃO DA CARTA DE ACORDO OPERACIONAL (CAOP).....	92
8.4.2 ATUALIZAÇÃO DA CARTA DE ACORDO OPERACIONAL (CAOP).....	92
8.5 ANÁLISE DE IMPACTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL (AISO/PESO).....	93
8.6 PLANEJAMENTO DE VOO.....	93



8.6.1 DRONES E METEOROLOGIA.....	94
8.6.2 CHECK PRÉ-VOO.....	98
8.6.3 INSPEÇÃO PRÉ-VOO DE F.O.(D).....	100
8.7 COMUNICAÇÃO COM O ÓRGÃO ATS.....	101
8.8 CARACTERÍSTICAS DA OPERAÇÃO.....	102
8.9 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE EMERGÊNCIA.....	110
8.9.1 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE EMERGÊNCIA PARA PREVENIR COLISÕES COM AERONAVES TRIPULADAS, EM CASO DE PERDA DE ENLACE OU DE COMUNICAÇÃO.....	111
8.10 TRANSMISSÃO DA INSPEÇÃO DO DRONE EM TEMPO REAL.....	112
<b>CAPÍTULO 9: BOAS PRÁTICAS, EXPERIÊNCIAS E DESAFIOS</b>	<b>121</b>
9.1. INCLUSÃO DAS ATIVIDADES COM DRONE NO MANUAL DE OPERAÇÕES DO AERÓDROMO (MOPS).....	121
9.2 AEROPORTOS DE REFERÊNCIA .....	122
9.3 SUSTENTABILIDADE.....	122
<b>CAPÍTULO 10: FUTURO DOS DRONES EM AEROPORTOS</b>	<b>123</b>
10.1 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS.....	123
10.1.1 INTEGRAÇÃO DE IA E MACHINE LEARNING.....	123
10.1.2 DESENVOLVIMENTO DE BATERIAS.....	125
10.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES.....	126
10.2.1 VOOS DOS DRONES DURANTE TÁXI, POUSOS E DECOLAGENS DE AERONAVES TRIPULADAS.....	126
10.2.2 REGULAMENTAÇÃO EVOLUTIVA.....	128
10.2.2 PARCERIAS ESTRATÉGICAS.....	129
<b>11. CONCLUSÃO</b>	<b>132</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>133</b>

## **ANEXOS**

ANEXO 1 - ANÁLISE DE IMPACTO SOBRE A SEGURANÇA OPERACIONAL (AISO).....	135
ANEXO 2 - EXEMPLO DE MAPA DE SETORIZAÇÃO DO AERÓDROMO.....	145
ANEXO 3 – CHECKLIST PRÉ VOO.....	146
ANEXO 4 – LISTA DE EQUIPAMENTO SUGERIDOS PARA OPERAÇÃO.....	147

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AISO** - Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

**ANAC** - Agência Nacional de Aviação Civil

**ANATEL** - Agência Nacional de Telecomunicações

**ARO** - Avaliação de Risco Operacional

**ATS** - Serviços de Tráfego Aéreo (ATS)

**AVSEC** - Aviation Security

**BVLOS** - Beyond Visual Line of Sight

**CAOP** - Carta de Acordo Operacional

**DECEA** - Departamento de Controle do Espaço Aéreo

**EVLOS** - Extended Visual Line of Sight

**ICA** - Instrução do Comando da Aeronáutica

**MCA** - Manual do Comando da Aeronáutica

**PAPI** - Precision Approach Path Indicator

**PBZPA** - Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo

**PESO** - Procedimentos Específicos de Segurança Operacional

**RBAC** - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

**UA** - Remotely Piloted Aircraft System

**RPS** - Remote Pilot Station

**RTH** - Return to Home

**RTK** - Real-Time Kinematic

**SARPAS** - Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas

**VANT** - Veículo aéreo não tripulado

**VLOS** - Visual Line of Sight

**VMC** - Condições Meteorológicas de Voo Visual

## PREFÁCIO

### O DESAFIO DO USO DE DRONES NAS ATIVIDADES DE UM AEROPORTO

O uso de drones em aeroportos tem se tornado uma inovação promissora, trazendo consigo uma série de benefícios e desafios. A integração dessas aeronaves não tripuladas nas operações aeroportuárias pode melhorar a eficiência e a segurança, mas também exige uma abordagem cuidadosa para superar obstáculos tecnológicos e operacionais.

Os drones podem ser utilizados para diversas tarefas dentro de um aeroporto, como inspeção de pavimentos, detecção de obstruções e controle da fauna nas proximidades dos aeródromos.

Essas atividades, que antes demandavam tempo e recursos significativos, podem ser realizadas de maneira mais rápida e precisa com o uso de drones. Além disso, a capacidade de monitoramento em tempo real pode ajudar na identificação de problemas antes que se tornem críticos, aumentando a segurança operacional.

Apesar dos benefícios, a implementação de drones em aeroportos enfrenta desafios significativos. Um dos principais problemas é a duração limitada da bateria dos drones, que restringe o tempo de operação contínua.

As condições meteorológicas adversas também podem impactar negativamente o desempenho dos drones, exigindo uma gestão eficiente para garantir a continuidade das operações.

Além disso, a vulnerabilidade tecnológica, especialmente em relação a ataques cibernéticos, é uma preocupação constante que deve ser abordada com sistemas de segurança robustos.

A segurança é uma prioridade máxima em qualquer aeroporto, e o uso de drones não é exceção. A integração de drones deve ser feita de maneira que não interfira nas operações de voo e na segurança dos passageiros. Protocolos rigorosos e sistemas de redundância são essenciais para garantir que os drones operem de forma segura e eficiente.

Equipes no solo devem estar preparadas para lidar com condições meteorológicas adversas e outras emergências que possam surgir durante o uso de drones.

A regulamentação do uso de drones em aeroportos é outro desafio que precisa ser enfrentado. As autoridades de aviação civil devem estabelecer normas claras e específicas para o uso de drones, garantindo que todas as operações sejam realizadas dentro dos parâmetros de segurança estabelecidos.

A colaboração entre operadores aeroportuários e órgãos reguladores é crucial para desenvolver um ambiente seguro e eficiente para o uso de drones.

O uso de drones em aeroportos representa uma oportunidade significativa para melhorar a eficiência e a segurança das operações. No entanto, para que essa tecnologia seja plenamente integrada, é necessário superar desafios tecnológicos, operacionais e regulatórios. Com uma abordagem cuidadosa e colaborativa, os drones podem se tornar uma ferramenta valiosa na gestão aeroportuária, contribuindo para um futuro mais seguro e eficiente.

Carlos Schmid Gonçalves

*Safety* - Fraport Brasil

## CAPÍTULO 1: PÚBLICO-ALVO

Na aviação, a tecnologia está transformando rapidamente a maneira como operamos e gerenciamos os aeródromos. Com o avanço das aeronaves não tripuladas/UA estamos verificando uma revolução no setor, que oferece novas possibilidades de monitoramento, manutenção e segurança. Este manual tem como objetivo fornecer diretrizes claras e práticas para os operadores de aeródromos que estão cada vez mais incorporando as aeronaves não tripuladas em suas rotinas diárias e desejam utilizar a tecnologia como ferramenta de apoio à operação, manutenção, resposta à emergência aeroportuária e atividades de monitoramento dentro do sítio aeroportuário.

## CAPÍTULO 2: DEFINIÇÕES

À medida que os drones se tornam mais comuns, é crucial que os operadores entendam tanto os benefícios quanto às responsabilidades associadas ao seu uso. Este documento abrange os aspectos essenciais do manuseio e operação dessas aeronaves no ambiente aeroportuário, assegurando que sejam utilizadas de maneira eficiente e segura.

Vamos explorar como os drones podem otimizar a gestão dos aeródromos, desde a inspeção de pistas até identificação de ninhos, e como a implementação dessas tecnologias pode representar um diferencial competitivo e sustentável no setor da aviação.

Para uma compreensão adequada do conteúdo desse manual, o leitor deve conhecer as definições que estão no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil que trata sobre drones.

**Neste manual para referenciar as aeronaves não tripuladas, utilizaremos o termo genérico “drone”.**

## CAPÍTULO 3: INTRODUÇÃO AOS DRONES

### 3.1 DEFINIÇÃO E TIPOS DE DRONES

O conceito de veículos aéreos não tripulados, popularmente conhecidos como drones, remonta a décadas atrás, tendo suas primeiras utilizações em contextos militares e experimentais. Os primeiros conceitos de veículos aéreos não tripulados surgiram no início do século XX. O inventor Nikola Tesla, por exemplo, propôs o uso de aeronaves não tripuladas controladas remotamente para fins de guerra em 1898 [1]. Dentre as suas invenções, Nikola Tesla apresentava à sociedade seu modelo de veículo rádio controlado, o Teleautômato.

Durante a Primeira Guerra Mundial, houve experimentações com aeronaves controladas remotamente, principalmente para atuar como alvos em treinamentos de artilharia antiaérea. No entanto, esses primeiros drones tinham capacidade de controle limitada. Durante a Segunda Guerra Mundial, os alemães desenvolveram os primeiros drones controlados por rádio, como o "V-1 Flying Bomb." Estes eram utilizados como mísseis guiados, sendo direcionados para alvos específicos. O período pós Segunda Guerra Mundial viu um aumento na pesquisa e desenvolvimento de aeronaves não tripuladas nos Estados Unidos. O Projeto Radioplane, liderado pelo ator e inventor Reginald Denny, resultou em drones de reconhecimento usados pelas forças armadas dos EUA na década de 1950, como o Radioplane OQ-2. Durante a Guerra do Vietnã, os drones foram utilizados para missões de reconhecimento e vigilância. O modelo "Ryan Model 147," por exemplo, foi utilizado extensivamente para coletar informações sobre as posições inimigas. O interesse militar em drones continuou a crescer nas décadas de 1980 e 1990, com avanços significativos em tecnologias de controle remoto e automação.

A partir dos anos 2000, os drones começaram a ganhar popularidade em aplicações civis e comerciais. Inicialmente, eram utilizados para monitoramento agrícola e filmagens aéreas.

Hoje, drones são empregados em diversas aplicações, como fotografia, filmagem, inspeções industriais, entregas, mapeamento topográfico, monitoramento ambiental e mais recentemente na aviação.



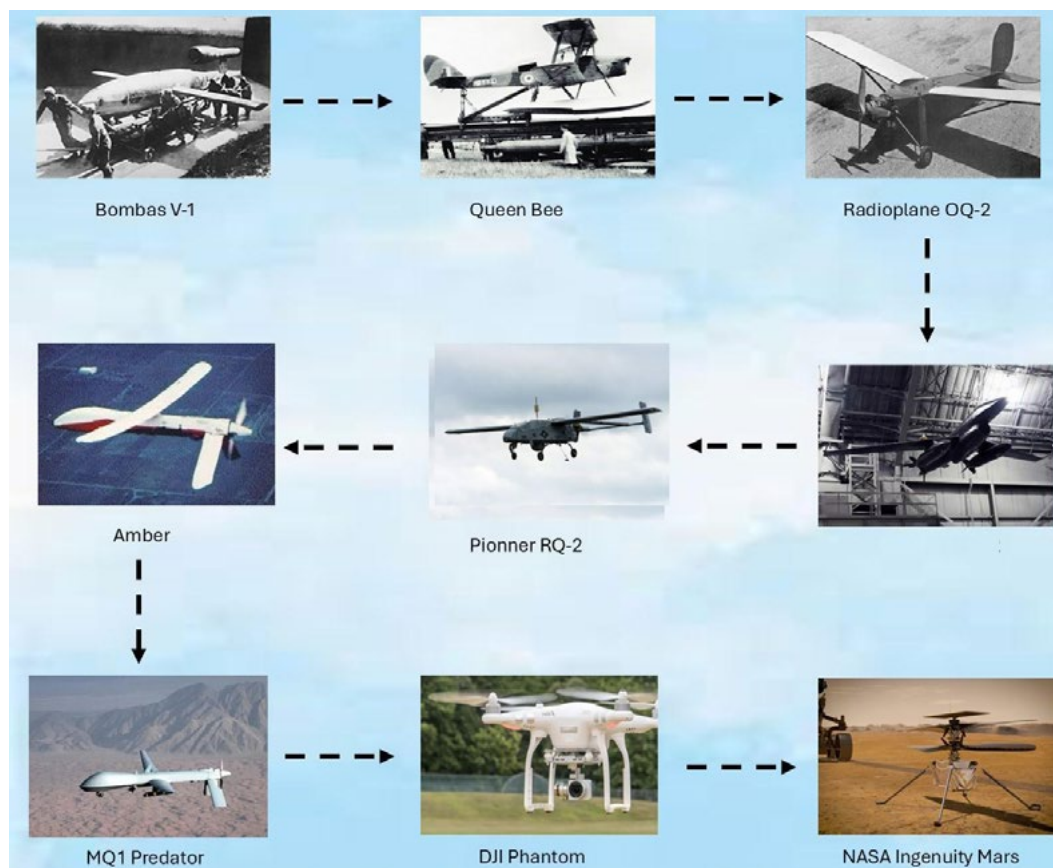


Figura 1. Histórico da evolução das aeronaves não tripuladas. Fonte: Autores.

Os drones são fabricados de várias formas e tamanhos, cada um com suas especificidades e aplicações distintas. Compreender os diferentes tipos de drones é essencial para operadores de aeródromos que desejam implementar estas tecnologias em suas operações diárias. Este capítulo aborda os principais tipos de drones utilizados no setor da aviação e suas respectivas características e usos.

### 3.1.1 DRONES DE ASA FIXA

Os drones de asa fixa possuem uma estrutura semelhante a aeronaves tradicionais, com asas fixas que geram sustentação. Estes drones são ideais para operações que requerem cobertura de longas distâncias e alta eficiência energética.

- **Vantagens:** Maior tempo de voo, maior alcance, eficiência em voos longos.
- **Desvantagens:** Necessidade de pista para decolagem e pouso, menor capacidade de manobra em espaços restritos.
- **Aplicações:** Monitoramento de grandes áreas, inspeção de infraestruturas, missões de reconhecimento.



Figura 2. Drone de asa fixa com sua plataforma de lançamento.

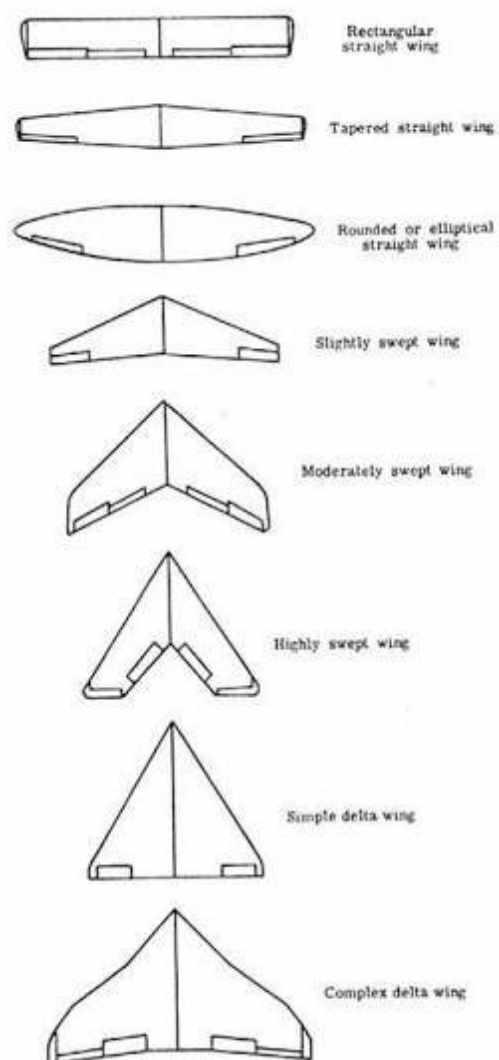


Figura 3. Tipos de desing de drones asa fixa.

### 3.1.2 DRONE MULTIROTOR

Os drones de multirrotores são caracterizados por terem múltiplos motores e hélices, permitindo decolagens e pousos verticais. Este tipo de drone é amplamente utilizado devido à sua versatilidade e facilidade de operação em áreas confinadas e com pouco espaço para pousos e decolagens.

- **Vantagens:** Alta manobrabilidade, capacidade de pairar em um ponto fixo, fácil decolagem e pouso.
- **Desvantagens:** Menor tempo de voo e alcance em comparação com drones de asa fixa, menor eficiência energética.
- **Aplicações:** Fotografia e filmagem aéreas, inspeção de estruturas, segurança e vigilância.



Figura 4. Exemplos de drone multirotor.

### 3.1.3 DRONES HÍBRIDOS

Os drones híbridos combinam características de drones de asa fixa e de multirrotores. Eles são projetados para decolar e pousar verticalmente, como os multirrotores, e voar horizontalmente com eficiência, como os drones de asa fixa.

- **Vantagens:** Flexibilidade operacional, maior tempo de voo comparado aos multirrotores, capacidade de cobertura de longas distâncias.
- **Desvantagens:** Complexidade de projeto e operação, custo mais elevado.
- **Aplicações:** Missões de longa duração, monitoramento de fronteiras, entregas em áreas remotas.



Figura 5. Modelo de drone híbrido.

## CAPÍTULO 4: LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O Doc 10019 - *Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS) da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) fornece orientação, procedimentos e padrões para garantir a operação segura e eficiente de RPAS em todo o mundo.

### 4.1 REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA

No Brasil, o uso de drones é regulamentado por três principais órgãos: a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Cada um desses órgãos tem suas próprias diretrizes que, em conjunto, estabelecem os requisitos para a operação segura e legal de drones no país.

Vale destacar que a exploração do serviço de aerolevanteamento somente pode ser realizada por pessoas jurídicas, que devem estar cadastradas e autorizadas pelo Ministério da Defesa.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) estabelece regras para operação de aeronaves não tripuladas destinadas à aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes.

#### **Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)**

A ANATEL regula o uso de radiofrequências e equipamentos de telecomunicação utilizados por drones. Todos os drones que utilizam radiofrequências para controle e transmissão de dados devem ser homologados pela ANATEL, assegurando que não interfiram com outros serviços de telecomunicação. Caso o drone não possua o selo de homologação, a solicitação pode ser realizada através do Portal Mosaico, disponível no site da Agência.

#### **Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC):**

A ANAC é responsável pela regulamentação das operações civis de drones, incluindo a emissão de licenças e certificados de aeronavegabilidade. As regras sobre categorias de operações de UAS e licenças de pilotos remotos estão estabelecidas no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil que trata sobre drones.

#### **Altura de Operação:**

Drones podem voar até 120 metros (400 pés) de altura sem necessidade de autorização especial.

Para voos acima de 120 metros, é necessário obter autorização do DECEA.

## Zonas Proibidas e Restrições:

É proibido voar drones sobre pessoas não envolvidas na operação, eventos com aglomeração de pessoas, áreas urbanas sem autorização e em proximidade de aeroportos sem coordenação com a autoridade de controle de tráfego aéreo.



	<p>REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL</p> <p>AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL NATIONAL CIVIL AVIATION AGENCY</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="300 622 1291 674">           CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO            UNMANNED AIRCRAFT INSCRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL         </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="300 674 798 1019"> <p>Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até <b>05/08/2026</b> salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira.</p> <p><i>This Inscription Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until 08/05/2026 unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.</i></p> <p>Operador (Operator): <b>FRAPORT BRASIL S.A. AEROPORTO DE PORTO ALEGRE</b></p> <p>Documento (document): CNPJ: [REDACTED]</p> <p>Cadastro feito por (Registered by): [REDACTED]</p> </td> <td data-bbox="798 674 1291 1019"> <p>Nº do cadastro (Register Number): PP- [REDACTED]</p> <p>Uso (Purpose): não recreativo (non-recreational) Ramo de atividade principal (Business): Aeroinspeção Fabricante (Maker): DJI Modelo (Model): Mavic 2 Enterprise Advanced (M2EA) Nº de série (Serial Number): 4GCCJAMR0A0TDF Peso máximo de decolagem (MTOW): 1,10 Informações adicionais (additional information): Não há.</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="300 1019 1291 1120"> <p><b>O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator.</b>  <i>Not complying with the applicable regulations may result in administrative and/or legal penalties for the transgressor.</i></p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="300 1120 1291 1214"> <p>O detentor desta certidão de cadastro (o operador), ou aquele com quem for compartilhada sua aeronave, é considerado apto pela ANAC a realizar voos <b>não recreativos</b> no Brasil, com a aeronave não tripulada acima identificada, em conformidade com os regulamentos aplicáveis da ANAC. É responsabilidade do operador tomar as providências necessárias para a operação segura da aeronave, assim como conhecer e cumprir os regulamentos do DECEA, da Anatel, e de outras autoridades competentes.</p> </td> </tr> </tbody> </table>			CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO UNMANNED AIRCRAFT INSCRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL		<p>Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até <b>05/08/2026</b> salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira.</p> <p><i>This Inscription Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until 08/05/2026 unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.</i></p> <p>Operador (Operator): <b>FRAPORT BRASIL S.A. AEROPORTO DE PORTO ALEGRE</b></p> <p>Documento (document): CNPJ: [REDACTED]</p> <p>Cadastro feito por (Registered by): [REDACTED]</p>	<p>Nº do cadastro (Register Number): PP- [REDACTED]</p> <p>Uso (Purpose): não recreativo (non-recreational) Ramo de atividade principal (Business): Aeroinspeção Fabricante (Maker): DJI Modelo (Model): Mavic 2 Enterprise Advanced (M2EA) Nº de série (Serial Number): 4GCCJAMR0A0TDF Peso máximo de decolagem (MTOW): 1,10 Informações adicionais (additional information): Não há.</p>	<p><b>O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator.</b>  <i>Not complying with the applicable regulations may result in administrative and/or legal penalties for the transgressor.</i></p>		<p>O detentor desta certidão de cadastro (o operador), ou aquele com quem for compartilhada sua aeronave, é considerado apto pela ANAC a realizar voos <b>não recreativos</b> no Brasil, com a aeronave não tripulada acima identificada, em conformidade com os regulamentos aplicáveis da ANAC. É responsabilidade do operador tomar as providências necessárias para a operação segura da aeronave, assim como conhecer e cumprir os regulamentos do DECEA, da Anatel, e de outras autoridades competentes.</p>	
CERTIDÃO DE CADASTRO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA – USO NÃO RECREATIVO UNMANNED AIRCRAFT INSCRIPTION CERTIFICATE - NON-RECREATIONAL										
<p>Esta certidão de cadastro, emitida de acordo com o RBAC-E nº 94, é válida até <b>05/08/2026</b> salvo em caso de cancelamento, suspensão ou revogação pela Autoridade de Aviação Civil Brasileira.</p> <p><i>This Inscription Certificate, issued in accordance with RBAC-E nr. 94, shall remain valid until 08/05/2026 unless it is cancelled, suspended or revoked by the Brazilian Civil Aviation Authority.</i></p> <p>Operador (Operator): <b>FRAPORT BRASIL S.A. AEROPORTO DE PORTO ALEGRE</b></p> <p>Documento (document): CNPJ: [REDACTED]</p> <p>Cadastro feito por (Registered by): [REDACTED]</p>	<p>Nº do cadastro (Register Number): PP- [REDACTED]</p> <p>Uso (Purpose): não recreativo (non-recreational) Ramo de atividade principal (Business): Aeroinspeção Fabricante (Maker): DJI Modelo (Model): Mavic 2 Enterprise Advanced (M2EA) Nº de série (Serial Number): 4GCCJAMR0A0TDF Peso máximo de decolagem (MTOW): 1,10 Informações adicionais (additional information): Não há.</p>									
<p><b>O descumprimento da regulamentação aplicável pode ensejar consequências administrativas, civis e/ou criminais para o infrator.</b>  <i>Not complying with the applicable regulations may result in administrative and/or legal penalties for the transgressor.</i></p>										
<p>O detentor desta certidão de cadastro (o operador), ou aquele com quem for compartilhada sua aeronave, é considerado apto pela ANAC a realizar voos <b>não recreativos</b> no Brasil, com a aeronave não tripulada acima identificada, em conformidade com os regulamentos aplicáveis da ANAC. É responsabilidade do operador tomar as providências necessárias para a operação segura da aeronave, assim como conhecer e cumprir os regulamentos do DECEA, da Anatel, e de outras autoridades competentes.</p>										

Figura 6. Certidão de cadastro de aeronave não tripulada - uso não recreativa, emitida pela ANAC.

## Identificação Visual:

Drones devem possuir identificação visual clara, incluindo nome do operador e número de registro (ANAC) quando aplicável.





Figura 7. Modelo de selo com identificação de cadastro na ANAC.

### **Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA):**

O DECEA supervisiona o uso do espaço aéreo e estabelece regras para a operação de drones, garantindo a segurança e a integridade do tráfego aéreo. A legislação que rege o acesso de aeronaves não tripuladas ao espaço aéreo brasileiro é a ICA 100-40 - Instrução sobre "Aeronaves não Tripuladas e o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro", MCA 56-2 - Aeronaves não tripuladas para uso recreativo - Aeromodelos, MCA 56-5 - Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em operações aéreas especiais.

- **SARPAS:**

O Sistema de Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS) é a plataforma onde operadores devem solicitar autorização de acesso ao espaço aéreo brasileiro por aeronaves não tripuladas.

- **Seguros RETA e Casco**

De acordo com as normas estabelecidas pela legislação brasileira, é obrigatório que todas as operações de drones que não se destinem a atividades recreativas e que possuam aeronaves com peso superior a 250 gramas tenham um seguro com cobertura para danos a terceiros, exceto as operações de aeronaves pertencentes a entidades controladas pelo Estado.

Isso implica que, excetuando-se os drones usados exclusivamente para diversão em locais apropriados (voos recreativos) ou aqueles empregados em operações governamentais, é essencial a contratação de um seguro específico.

### **Seguro Obrigatório de Responsabilidade Civil do Explorador ou Transportador Aéreo (RETA)**

No Brasil, a contratação do seguro de Responsabilidade do Explorador e Transportador Aeronáutico – RETA foi definida como obrigatória, conforme disposto no artigo 281 do CBA.

O referido item define que, com exceção das aeronaves pertencentes a entidades controladas pelo estado, o seguro RETA é exigido apenas para as aeronaves de uso não recreativo que tenham mais de 250 g de massa máxima de decolagem.

De acordo com o Decreto-Lei nº 73/1966, os seguros comercializados no Brasil devem seguir as definições trazidas pelo Conselho Nacional de Seguros Privados (CNSP) e pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP).

Dessa forma, concernente ao seguro RETA, a Resolução CNSP nº 442/2022 padroniza as condições gerais, condições especiais, coberturas adicionais, e cláusulas específicas aplicáveis na comercialização do referido contrato.

### **Seguro de casco aeronáutico**

Nesta modalidade de seguro, os contratos serão regidos por condições contratuais livremente pactuadas entre os segurados/tomadores e as seguradoras, devendo o contrato observar, no mínimo, os princípios e valores básicos definidos no artigo 4º da Resolução CNSP Nº 407/2021, bem como dispor expressamente sobre as cláusulas previstas no artigo 10 do referido normativo.

As apólices de seguro de casco aeronáutico oferecidas para *drones* são personalizadas e levam em consideração a categoria e a experiência do operador, tipo de uso da aeronave, os treinamentos realizados e os equipamentos acoplados à aeronave não tripulada, com cobertura para acidentes durante a decolagem, voo e pouso.

Vale ressaltar que a Resolução CNSP Nº 407/2021, em seu artigo 10, inciso VII, permite que a seguradora defina a documentação necessária a ser apresentada para a regulação do sinistro. Dessa forma, a seguradora tem liberdade para exigir outros documentos, além dos exigidos pela ANAC, DECEA e ANATEL e, por isso, o contratante do seguro aeronáutico deve se atentar às regras definidas nas Condições Gerais vinculadas à apólice de seguro contratada.

### **Avaliação de Risco Operacional (ARO)**

Um dos documentos obrigatórios para a operação de drones de uso não-recreativos é a ARO.

A ARO é uma ferramenta de gerenciamento de riscos que visa identificar, analisar e mitigar os possíveis riscos que podem ocorrer durante uma operação com drones.

No âmbito da operação em ambiente aeroportuário, a ARO é substituída pelo conjunto AISO/PESO.



## 4.2 ACORDOS

A Carta de Acordo Operacional (CAOp) é um documento que estabelece procedimentos para o tráfego aéreo entre centros de controle, aeroportos e outras entidades.

Este documento é comumente utilizado entre os operadores de aeródromos e torres de controle para definir procedimentos de operação do aeroporto, e nele podem ser incluídos os procedimentos para operação, comunicação e contingência para uso de drone em aeroportos. O Anexo 3 apresenta sugestão textual para inserção na CAOp entre Operador de Aeródromo e Torre de Controle para as operações de drone. Para maiores informações consulte o item 8.4.

## 4.3 PROCEDIMENTOS DE AUTORIZAÇÃO

### 4.3.1 COMUNICAÇÃO COM ÓRGÃO ATS

A fraseologia é um procedimento criado com o objetivo de assegurar a uniformidade da comunicação, diminuir o tempo de transmissão das mensagens e permitir autorizações claras e objetivas.

A comunicação entre o operador do drone e o Órgão ATS (se houver) deve seguir o que preconiza o MCA 100-16, Manual que dispõe sobre “Fraseologia de Tráfego Aéreo” conforme instruído na ICA 100-40.

O operador de drone deve utilizar o indicativo de chamada que lhe é designado após cadastro no SARPAS (“RPA” seguido de indicativo numérico ou alfanumérico), o qual facilita o entendimento pelo controlador de tráfego aéreo de qual operador está realizando a comunicação e qual equipamento será utilizado.

A comunicação, além de seguir o MCA 100-16 deve seguir os procedimentos acordados na Carta de Acordo Operacional.



Figura 8. Operação de drone em SBGR.

## CAPÍTULO 5: SEGURANÇA OPERACIONAL E TREINAMENTO

### 5.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS

#### 5.1.1 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCOS

A análise de riscos para a operação de drones em um aeroporto é fundamental para garantir a segurança de todas as operações envolvidas, desde as aeronaves tripuladas até os processos de atendimento de aeronaves em solo. Como os drones são veículos aéreos não tripulados que operam em um ambiente altamente controlado e restrito, a identificação e avaliação dos riscos associados a essa atividade são essenciais para prevenir acidentes e incidentes que possam colocar em risco a segurança e a operação do aeroporto. O Anexo 1 exemplifica uma análise de risco associada à operação de drone em um aeroporto.

#### Identificação de Perigos

A operação do drone em um ambiente aeroportuário é o principal perigo identificado, trazendo riscos e consequências que podem ser mitigadas com a implementação de treinamentos, estabelecimento e implantação de processos/procedimentos e utilização de tecnologias.

#### Riscos

Os riscos relacionados ao perigo da operação de drone em um aeródromo podem ser agrupados em:

- Riscos para a segurança e operação das aeronaves tripuladas;
- Riscos para a infraestrutura aeroportuária;
- Riscos associados para a segurança das pessoas.

#### Consequências

Como consequências relacionadas ao perigo da operação de drone e aos riscos mapeados, podemos ter principalmente:

- **Colisão com aeronaves:** A colisão entre um drone e uma aeronave pode resultar em danos à aeronave, podendo causar incidentes ou acidentes, atrasos significativos em voos e uma resposta de emergência que pode causar o fechamento temporário do aeroporto, afetando todas as operações e gerando uma cadeia de impactos econômicos significativos.

- **Interrupção das operações aeroportuárias:** A presença não autorizada de drones no espaço aéreo de um aeroporto pode levar a suspensões temporárias de voos, atrasos e interrupções na movimentação de aeronaves, afetando a programação de voos e causando transtornos para os passageiros e as companhias aéreas.
- **Danos à infraestrutura, pessoas e à segurança:** Além dos danos materiais causados pela queda de um drone, há o risco de comprometer a segurança dos sistemas críticos do aeroporto, como radares e sistemas de comunicação, podendo afetar a capacidade do aeroporto de gerenciar o tráfego aéreo de forma segura e eficiente. A queda sobre funcionários do atendimento de aeronaves ou em passageiros no lado externo do aeroporto também pode acontecer devido ao mau funcionamento do drone ou por falta de conhecimento do piloto.

### Medidas de Mitigação

Para minimizar esses riscos e reduzir a probabilidade de as consequências ocorrerem, é essencial que os operadores de drones em aeroportos sigam protocolos rigorosos de segurança operacional, incluindo principalmente:

- **Treinamento especializado:** Garantir que os operadores de drones sejam adequadamente treinados e certificados para operar drones; realizar treinamentos específicos de comunicação com a Torre de Controle e movimentação na área de manobras do aeroporto;
- **Processos/Procedimentos:** O administrador do aeroporto deve possuir procedimentos e processos que estabeleçam a operação de drone no aeroporto, bem como acordos com os órgãos de controle de tráfego aéreo;
- **Definição de áreas restritas para drones:** Criar zonas de setorização do aeroporto;
- **Tecnologia:** possuir drones com tecnologia embarcada que permita a identificação de seus parâmetros com direção de voo, altitude, capacidade de bateria e identificação de aeronaves tripuladas nas proximidades.

A operação de drones em aeroportos exige um gerenciamento rigoroso de riscos, devido à complexidade do ambiente e à alta densidade de aeronaves e infraestruturas. O controle adequado das operações e a mitigação de riscos são essenciais para garantir a segurança de todos os elos envolvidos na operação.

#### 5.1.2 PLANOS DE CONTINGÊNCIA

Os operadores de aeródromos possuem inúmeros tipos de planos e programas implantados em suas diversas áreas. A fim de garantir a pronta resposta para situações inesperadas que possam ocorrer com a operação de drones, a área responsável pela gestão da operação de drones pode realizar a elaboração de um plano de contingência específico. Tais ações devem estar descritas obrigatoriamente na AISO (Análise de Impacto Sobre a Segurança Operacional).

## 5.2 TREINAMENTO DE OPERADORES

O treinamento na operação de drones é crucial para garantir operações seguras em aeroportos. A operação destes equipamentos em aeroportos envolve interações complexas com aeronaves tripuladas. Um treinamento adequado ensina os operadores a respeitarem as regras de espaço aéreo, minimizando os riscos de interferência nas operações e garantindo a segurança operacional. Os treinamentos oferecem aos operadores o conhecimento técnico necessário para operar de forma eficiente e segura. Isso inclui a familiarização com os controles do drone, manutenção preventiva e soluções de problemas técnicos. Os treinamentos incluem simulações de emergências e instruções sobre como lidar com falhas de comunicação, perda de controle do drone e alterações meteorológicas repentinas.

Antes de iniciar a operação do equipamento dentro do sítio aeroportuário, geralmente são realizados voos de treinamento em áreas externas ou em centros de treinamento para que a equipe de pilotos do operador do aeródromo possa adquirir a proficiência necessária para operar o equipamento dentro do sítio aeroportuário. Além disso, os voos de treinamento em áreas externas podem ajudar a equipe de controladores e pilotos a manterem um nível aceitável de proficiência em fraseologia e pilotagem.

Além da proficiência em pilotagem, controle dos comandos da aeronave, fraseologia, os voos de treinamento servem também para verificar a capacidade de conduzir voos seguros no ambiente aeroportuário, de forma a garantir que o piloto remoto conseguirá providenciar a separação da aeronave não tripulada de aeronaves tripuladas, obstáculos, edificações, veículos, equipamentos e pessoas.

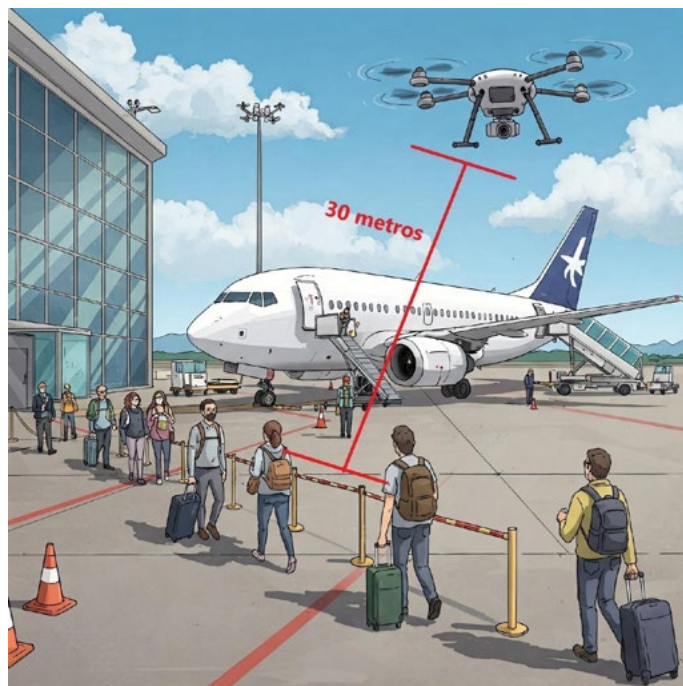


Figura 9. Distância segura de pessoas não anuentes, estruturas e aeronaves.

## CAPÍTULO 6: ESCOLHA DOS EQUIPAMENTOS

Ao escolher um drone para uso em aeroportos, é crucial considerar uma série de fatores para garantir a segurança e a eficácia das operações. Algumas diretrizes importantes devem ser consideradas ao escolher um drone para esse ambiente específico:

- **Conformidade com regulamentações:**

Antes de qualquer escolha é essencial verificar e compreender as regulamentações que regem o uso de drones. É fundamental que o drone escolhido esteja em conformidade com essas normas, para evitar problemas legais e garantir a segurança das operações aéreas.

- **Sistema de Geofencing (cerca/barreira geográfica virtual):**

Um drone destinado ao uso em aeroportos deve ser equipado com um sistema de *geofencing* robusto. Essa tecnologia utiliza coordenadas geográficas para criar limites virtuais em torno de áreas sensíveis. Esse recurso em operações iniciais impede que o drone entre em áreas específicas. Isso é vital para evitar interferências com aeronaves em movimento e manter a integridade do espaço aéreo do aeroporto. Após o amadurecimento da operação, essas barreiras virtuais podem se tornar mais flexíveis.

- **Autonomia e resistência às condições meteorológicas:**

Aeroportos muitas vezes operam em condições meteorológicas desafiadoras. Portanto, é essencial que o drone escolhido seja capaz de operar em diversas condições meteorológicas. Além disso, uma boa autonomia de voo é crucial para realizar tarefas extensas, como monitoramento de segurança e inspeções. Drones com baterias de alta performance são um diferencial nas operações, evitando a perda de tempo de suspender uma missão, retornar o equipamento ao solo para efetuar a troca da bateria e iniciar um novo voo.

- **Sistema de transmissão:**

A transmissão deve ser segura e confiável para garantir uma comunicação eficiente entre o drone e o operador. A perda de sinal entre o drone e operador pode trazer sérios riscos à operação, caso o equipamento utilizado não possua sistemas eficientes como retorno automático à base (RTH) ou pouso automático. Drones sem esse sistema podem iniciar o *flyway* e voar sem controle, causando danos às aeronaves e/ou pessoas.

- **Sensores anticolisão:**

Sensores avançados de colisão ajudam a evitar acidentes, especialmente em ambientes movimentados como aeroportos. A capacidade de desvio de obstáculos permite que o drone ajuste automaticamente sua rota para evitar colisões, garantindo um voo seguro em espaços congestionados. Tais sensores são essenciais para as atividades de monitoramento e vistorias de estruturas, impedindo que o drone colida com a infraestrutura aeroportuária.

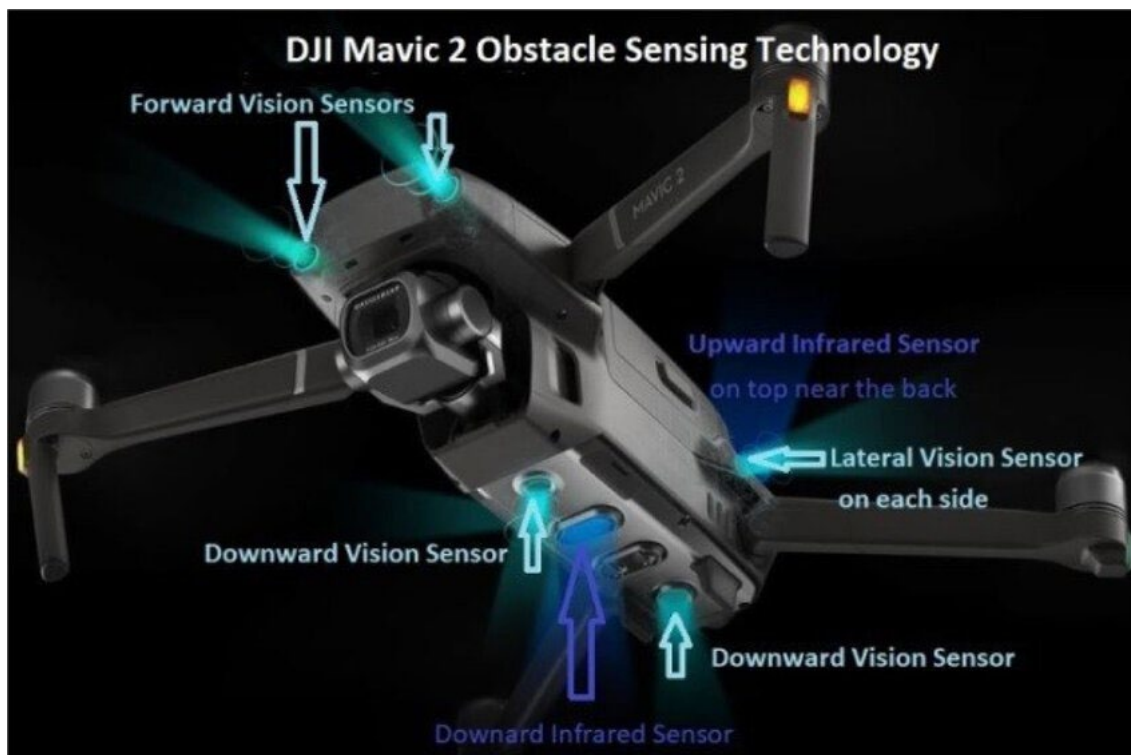


Figura 10. Exemplo de sensores anticolisão do drone DJI Mavic 2.

- **Sensor ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*):**

Alguns drones possuem recepção ao sensor ADS-B, o que permite detectar/monitorar outras aeronaves tripuladas, como aviões e helicópteros e informar ao piloto a presença delas, auxiliando o tráfego e melhorando a segurança no contexto aéreo.





Figura 11. AirSense - Sistema de recepção ADS-B- da fabricante DJI.

#### • Câmera

- Resolução da Câmera: A resolução da câmera é um fator crucial para capturar detalhes nítidos e claros. Em ambientes aeroportuários, onde a precisão é essencial, optar por um drone com uma câmera de alta resolução permite a identificação mais precisa de objetos e situações.
- Estabilização de imagem: A estabilização de imagem é vital para garantir vídeos e fotos suaves, mesmo em condições de voo instáveis. Isso é especialmente importante ao operar em áreas sujeitas a ventos fortes. Sistemas avançados de estabilização, como um *gimbal* de 3 eixos, ajudam a manter a qualidade da imagem durante o voo.
- Zoom Óptico e/ou Digital: A capacidade de realizar zoom pode ser essencial para identificar objetos à distância. Um drone com zoom óptico e/ou digital permite que o operador ajuste o foco para situações específicas, aumentando a versatilidade do sistema de câmera.

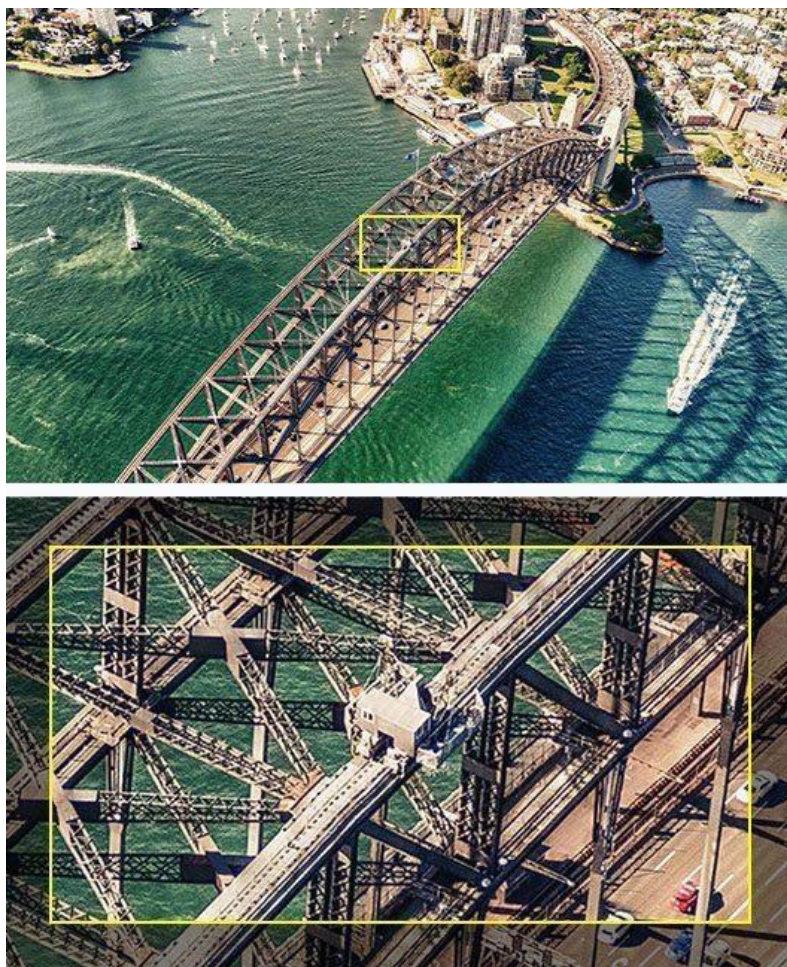


Figura 12. Zoom da câmera DJI Zenmuse Z3.

- Capacidade de transmissão de vídeo em tempo real: Para aplicações como monitoramento de segurança em tempo real, é crucial que o drone tenha a capacidade de transmitir vídeo de alta qualidade em tempo real para os operadores em solo. Uma transmissão estável e de baixa latência é essencial para tomar decisões rápidas e seguras.
- Funcionalidades específicas da câmera: Dependendo das necessidades do aeroporto, pode ser vantajoso escolher um drone com funcionalidades específicas da câmera, como visão noturna, termografia ou câmeras multiespectrais. Essas funcionalidades adicionais podem melhorar a eficácia das operações em diferentes cenários.



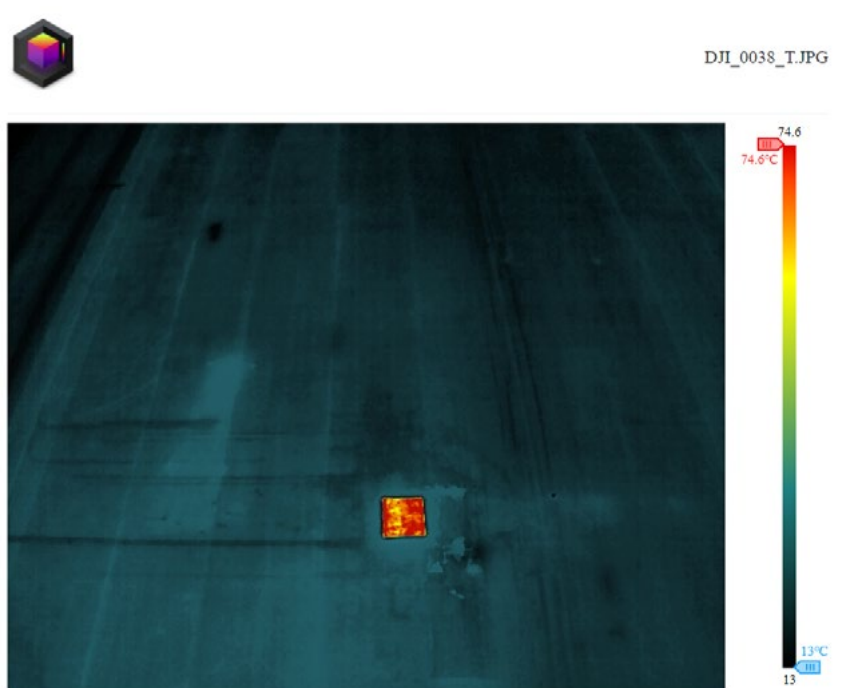


Figura 13. Análise de imagem capturada através de câmera termal.

### • Periféricos

Na escolha de um equipamento, é importante considerar não apenas a qualidade do drone em si, mas também a capacidade de integração com acessórios e periféricos específicos para atender às necessidades operacionais que serão empregadas no ambiente aeroportuário. Alguns critérios importantes ao avaliar drones com periféricos para uso em aeroportos são:

- Sistema de iluminação auxiliar: Para operações noturnas ou em condições de baixa luminosidade, um drone equipado com um sistema de iluminação auxiliar pode ser essencial. Essa funcionalidade melhora a visibilidade e a eficácia durante missões no período noturno.



Figura 14. *Spotlight*/holofote da fabricante DJI.

- Módulos de comunicação específicos: caixas de som podem ser acopladas aos drones para a reprodução de sons pré-gravados ou gravados instantaneamente através do rádio controle. Tais sons podem ser utilizados para afugentamento de fauna e para emitir alertas para pessoas que estejam invadindo o sítio aeroportuário.



Figura 15. *Speaker*/auto falante da fabricante DJI.

- Módulo RTK: é um acessório para drones que fornece correções de localização em tempo real, com precisão de centímetros. Ele é baseado na técnica *Real Time Kinematics* (RTK), que mede dados de satélite em relação a uma estação terrestre. O módulo RTK é ideal para profissionais que trabalham com levantamento, agricultura, construção e outras atividades que exigem precisão.



Figura 16. Módulo RTK da fabricante DJI.

## CAPÍTULO 7: APLICAÇÕES EM AEROPORTOS

Os drones, originalmente concebidos para aplicações militares e recreativas, estão encontrando espaço significativo nas operações aeroportuárias, transformando a gestão e segurança de infraestruturas cruciais para o transporte aéreo. Diversas áreas dentro dos aeroportos estão se beneficiando dessa tecnologia inovadora, proporcionando melhorias substanciais em segurança operacional, gerenciamento do risco da fauna, operações aeroportuárias, manutenção, segurança contra atos de interferência ilícita (AVSEC – *Aviation Security*) e resposta a emergências.

### 7.1 SEGURANÇA OPERACIONAL

A integração de drones na área de segurança operacional (*safety*) em aeroportos representa um avanço significativo na otimização de processos e na garantia de um ambiente mais seguro.

A capacidade dessas aeronaves não tripuladas de acessar áreas de difícil alcance, realizar inspeções detalhadas e fornecer informações em tempo real abre um leque de possibilidades para aprimorar a gestão das atividades aeroportuárias.

Uma das principais aplicações de drones no ambiente aeroportuário é a inspeção de pistas de pouso e decolagem, pistas de taxi e pátios. Equipados com câmeras de alta resolução e sensores térmicos, eles podem identificar rapidamente fissuras, detritos, desgastes no pavimento e outras anomalias que possam comprometer a segurança das operações aéreas. Essa agilidade na detecção permite a realização de manutenções preventivas mais eficientes, reduzindo o risco de acidentes e interrupções no tráfego aéreo.

Além da inspeção de infraestrutura, os drones podem ser utilizados para monitorar áreas de segurança restrita, como perímetros e hangares. Sua capacidade de sobrevoar grandes extensões de terreno e transmitir imagens ao vivo para centros de controle aumenta a eficiência da vigilância, auxiliando na detecção de invasões ou atividades suspeitas. A utilização de drones com sistemas de reconhecimento facial e rastreamento de objetos pode fortalecer ainda mais a segurança dessas áreas.

Outra aplicação relevante é a inspeção de auxílios visuais, como luzes de pista e sinalizações. A precisão dos drones permite verificar o correto funcionamento e a integridade desses equipamentos de forma mais rápida e segura do que os métodos convencionais, que muitas vezes exigem a interdição de áreas operacionais.

Em emergências, como acidentes aeronáuticos ou incidentes envolvendo cargas perigosas, os drones podem desempenhar um papel crucial no levantamento de informações e na avaliação da situação.

Equipados com câmeras multiespectrais e sensores de gases, eles podem fornecer dados valiosos para as equipes de resposta, auxiliando no planejamento de ações e na mitigação de riscos.

A utilização de drones também contribui para a segurança dos trabalhadores aeroportuários, especialmente em tarefas de inspeção em altura ou em ambientes confinados. Ao substituir a presença humana em atividades de risco, os drones ajudam a prevenir acidentes de trabalho e a garantir um ambiente laboral mais seguro.

No entanto, a utilização de drones em aeroportos exige a adoção de protocolos de segurança rigorosos para garantir a integridade do espaço aéreo e evitar interferências com as aeronaves tripuladas. É fundamental o estabelecimento de procedimentos operacionais, incluindo a definição de zonas de exclusão de voo e a implementação de sistemas de detecção e neutralização de drones não autorizados, se for necessário.

A integração segura e eficiente dos drones em ambiente aeroportuário oferece um potencial significativo para aprimorar a segurança, otimizar processos e reduzir custos. À medida que a tecnologia avança e as regulamentações se tornam mais claras, é esperado um aumento na adoção dessas aeronaves não tripuladas como ferramentas úteis para a gestão da segurança aeroportuária.



Figura 17. Inspeção de sinalização horizontal na pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA).

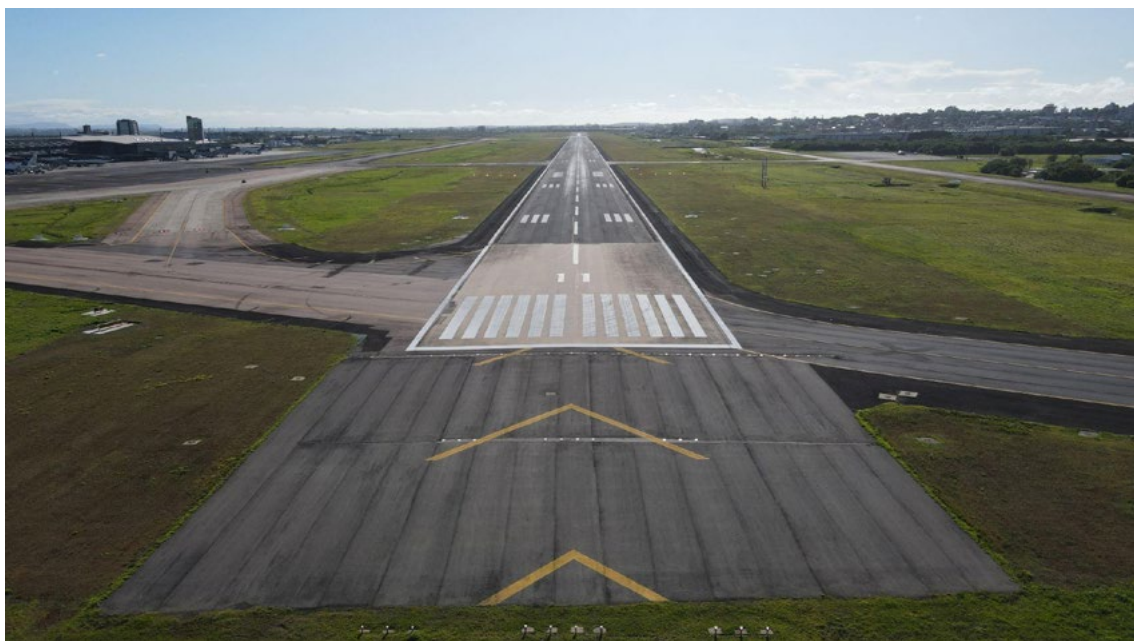


Figura 18. Inspeção de sinalização horizontal na pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA).

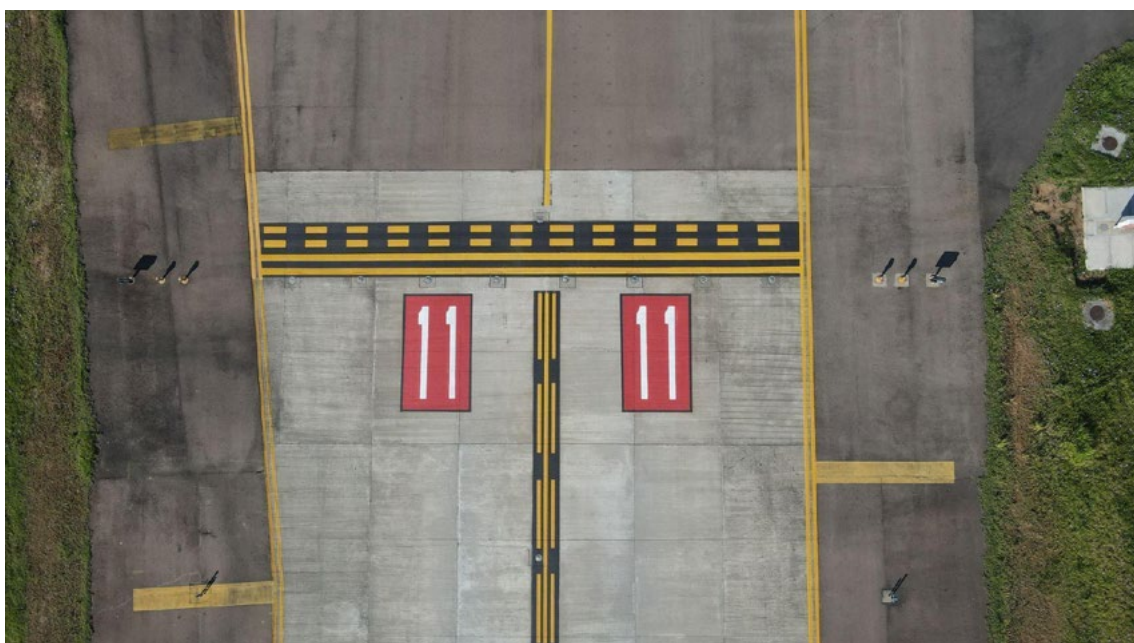


Figura 19. Inspeção de sinalização horizontal em ponto de espera do Porto Alegre Airport (SBPA).





Figura 20. Inspeção de sinalização horizontal no pátio de aeronaves do Porto Alegre Airport (SBPA).



Figura 21. Trecho automatizado de Inspeção na pista 02/20 do Aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 22. Trecho automatizado de Inspeção na pista do Aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 23. Inspeção de farol rotativo no Aeroporto de Vitória (SBVT).

## 7.2 GERENCIAMENTO DO RISCO DA FAUNA

A presença de aves e outros animais nas proximidades das pistas de pousos e decolagens representa um risco substancial para as operações. Drones equipados com câmeras térmicas, alto-falantes e outros periféricos podem monitorar e identificar atividades de fauna, permitindo a implementação de medidas preventivas.

A utilização da câmera térmica é uma ferramenta dinâmica que permite a identificação de animais através da irradiação de calor, possibilitando o monitoramento de padrões de movimentação, abrigo e dessedentação. O monitoramento de ninhos também pode ser realizado com o auxílio da câmera térmica, sendo possível identificar em estruturas de difícil acesso se o ninho se encontra habitado/ativo ou não, possibilitando uma rápida avaliação do local, sem a necessidade de um colaborador subir nas estruturas, reduzindo custos e a exposição à altura (Figuras 24 e 25).





Figura 24. Vista de ninho em torre de iluminação de pátio de aeronaves no Porto Alegre Airport (SBPA).

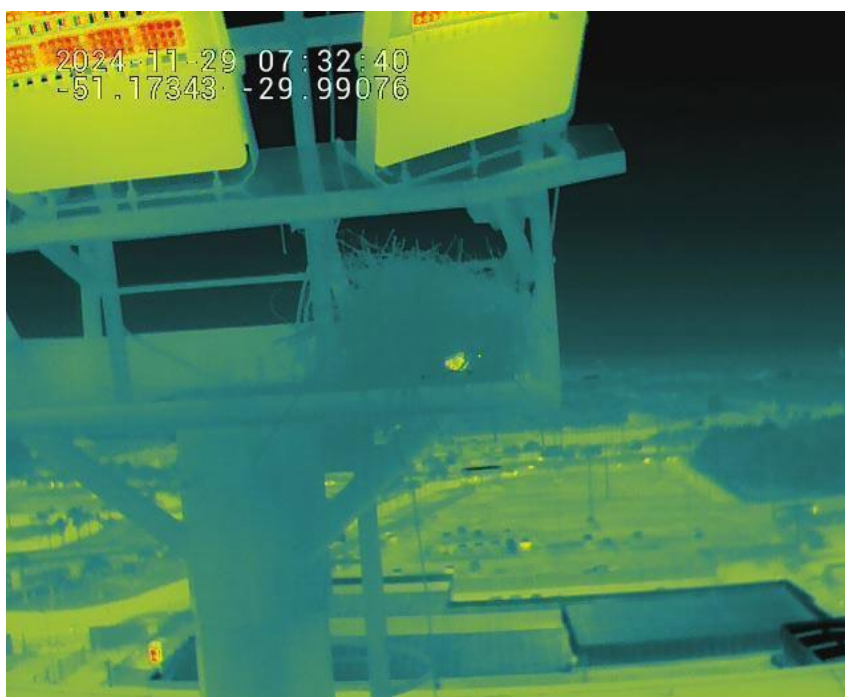


Figura 25. Vista com câmera térmica do ninho em torre de iluminação, sendo comprovada a existência de aves no ninho no Porto Alegre Airport (SBPA).



Em diversos aeroportos do Brasil, o *Vanellus chilensis*, popularmente conhecido como quero-quero, é uma espécie problema. A espécie nidifica em áreas gramadas, colocando de três a quatro ovos que têm coloração manchada, confundindo-se perfeitamente com o solo e a vegetação, o que dificulta a sua identificação. Voos automatizados de drones sobre áreas gramadas são eficazes para a localização e identificação destes ninhos, sendo possível a contabilização do número de ovos (Figura 26).

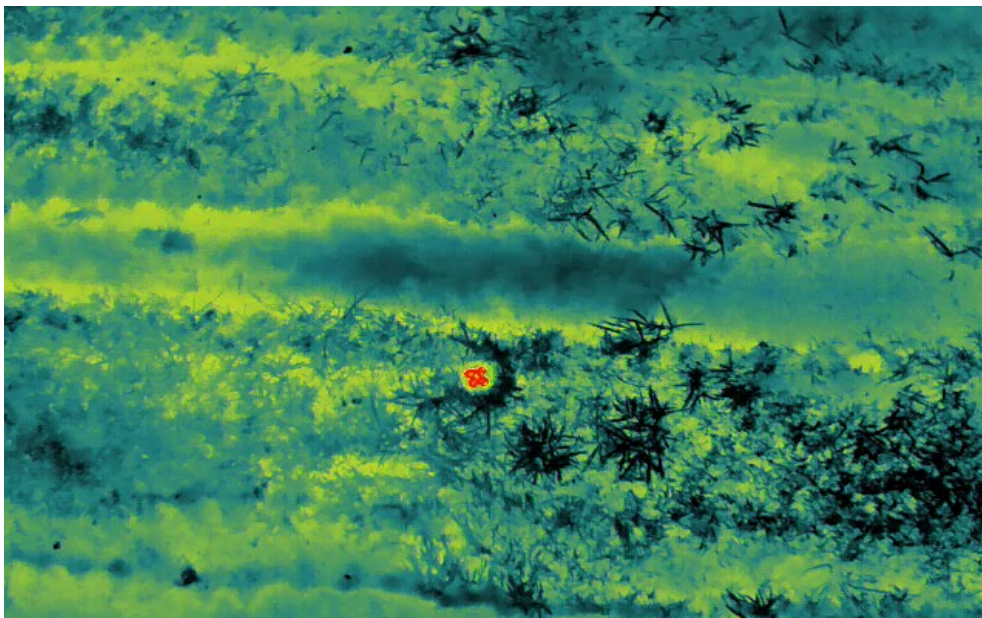


Figura 26. Identificação e quantificação de ovos de quero-quero (*Vanellus chilensis*) em área próxima a pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA).



Figura 27. Drone iluminando a área gramada onde foi observada a presença de ninhos no Porto Alegre Airport (SBPA).

Alguns drones, como por exemplo o utilizado no Porto Alegre *Airport*, possuem a capacidade de acoplar um alto falante, podendo ser utilizado para reproduzir sons de predadores e causar a repulsa a algumas aves.

Na imagem abaixo, é possível observar o afugentamento de aves através da reprodução de sons emitidos pelo drone.



Figura 28. Afugentamento de tapicuru-de-cara-pelada (*Phimosus infuscatus*) com uso de drone no Porto Alegre Airport (SBPA).

A câmera térmica possibilita também a visualização de animais em locais de difícil acesso (no meio da vegetação mais alta, por exemplo) e em áreas no entorno de um ponto de interesse.

Com a capacidade de deslocamento em alta velocidade e em longas distâncias, é possível verificar os locais de acesso destes animais em tempo real, o que não seria possível com a utilização de um veículo, pois seria necessário realizar o deslocamento até o local, o que, na maioria das vezes, ocasiona a perda do contato visual com estes animais e consequentemente seus acessos. Nas Figuras 29, 30, 31 e 32, é possível verificar a presença de animais em uma área alagadiça, seguido do afugentamento com a utilização de sons de fogos de artifício e a identificação do local de acesso destes animais através de um canal de drenagem no sítio aeroportuário.

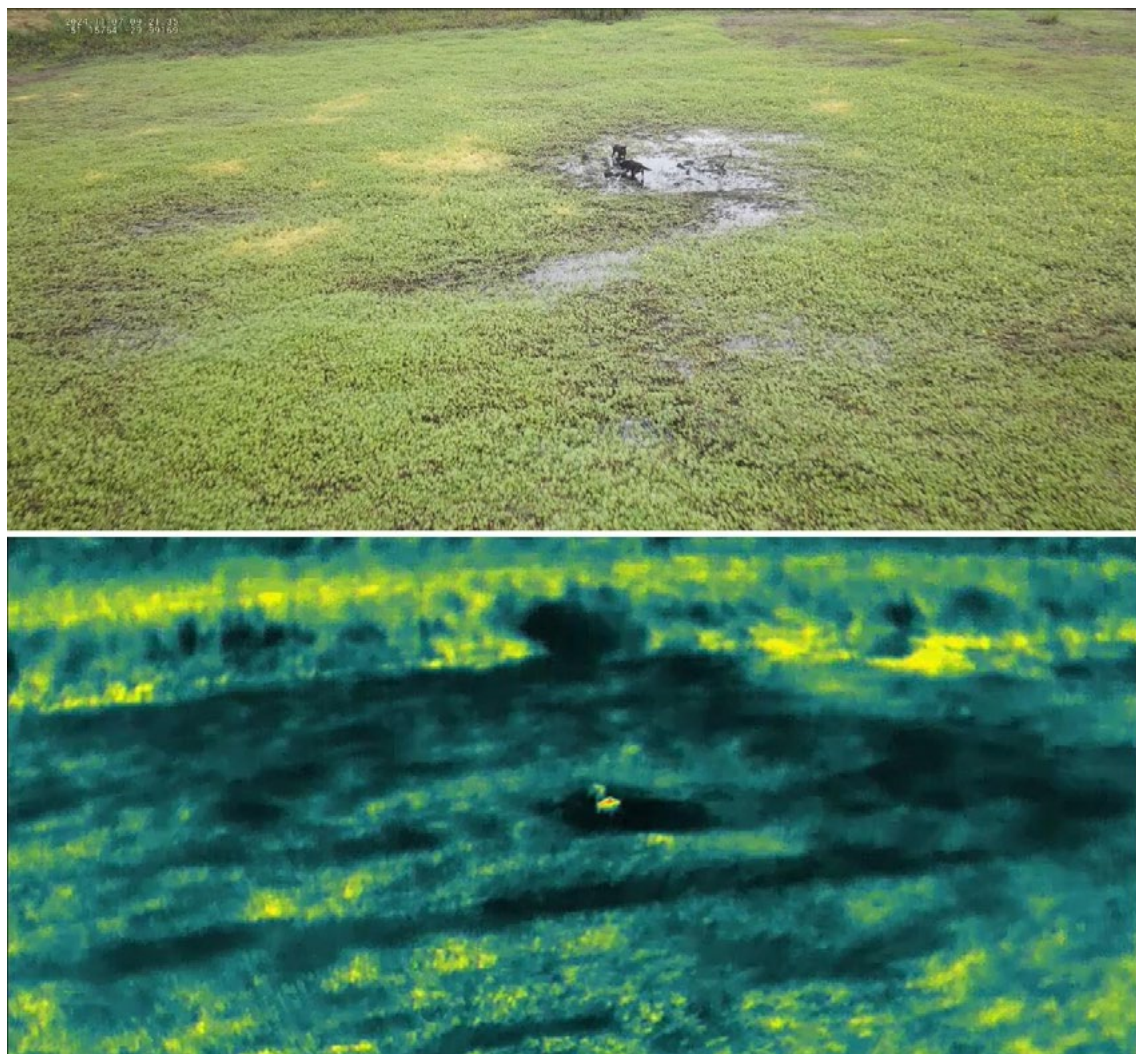


Figura 29. Identificação da presença de cães em bacia de drenagem no sítio aeroportuário do Porto Alegre Airport (SBPA).



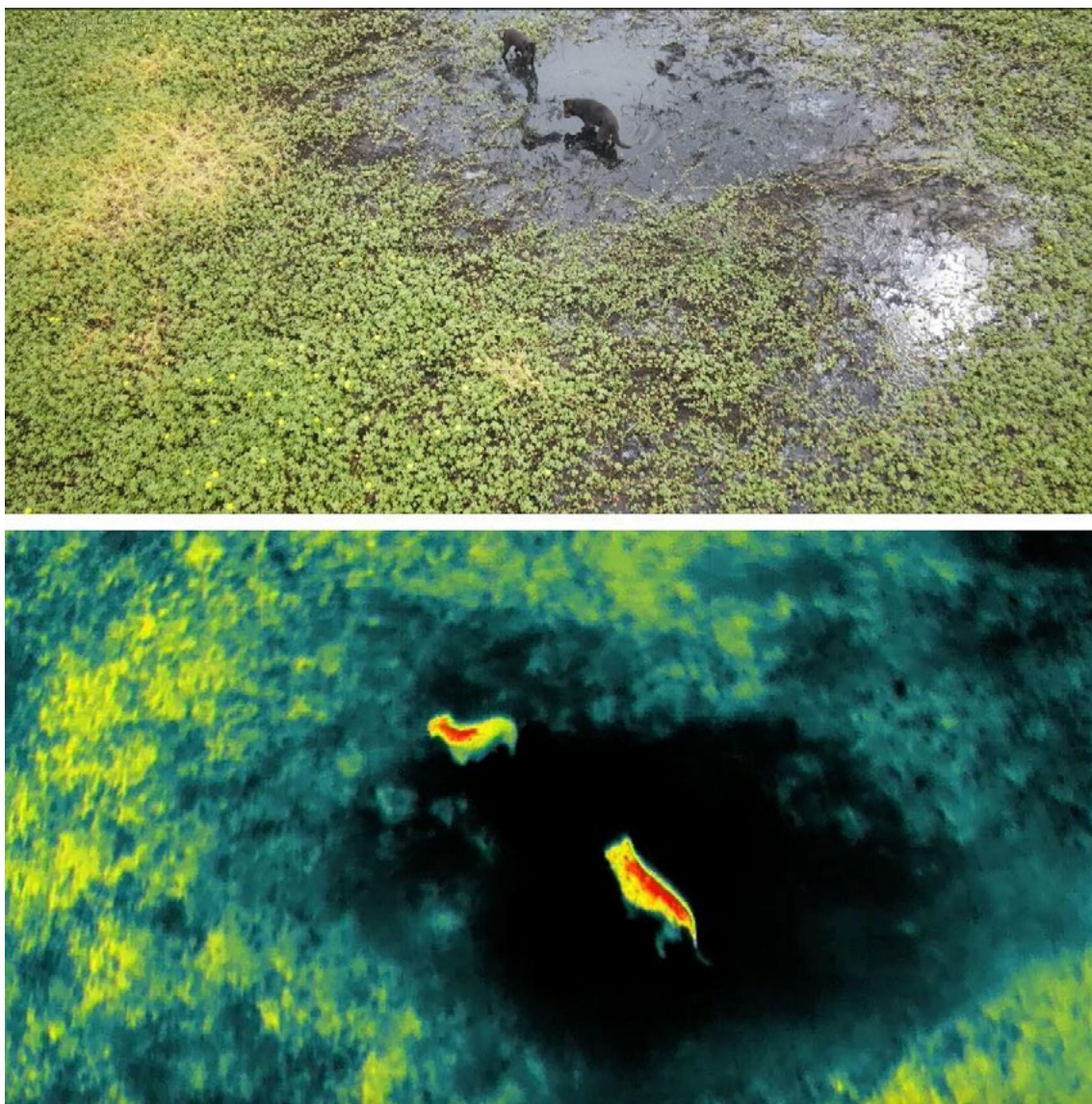


Figura 30. Identificação da presença de cães em bacia de drenagem no sítio aeroportuário do Porto Alegre Airport (SBPA).

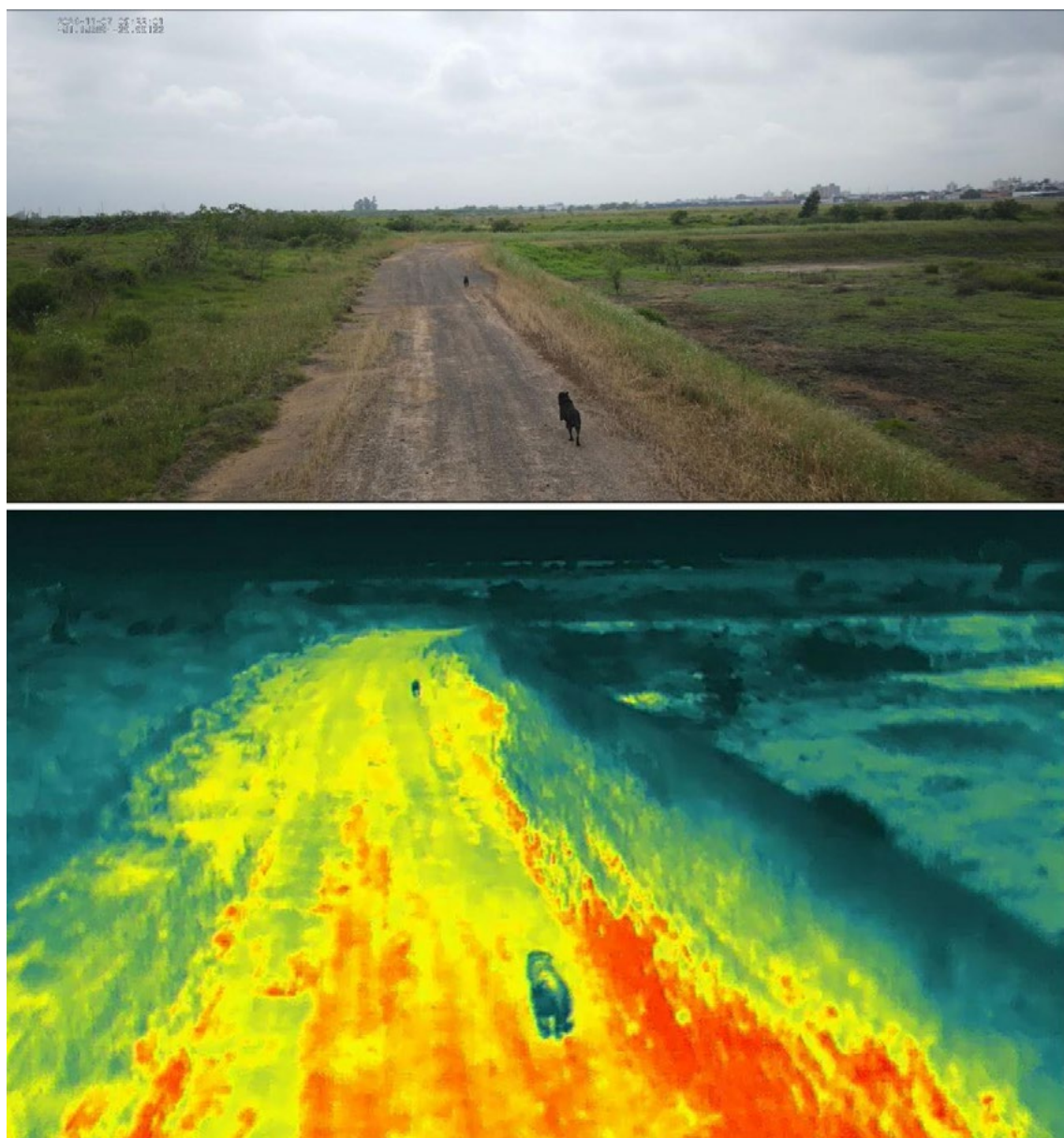


Figura 31. Afugentamento de cães e acompanhamento da rota de deslocamento no sítio aeroportuário do Porto Alegre Airport (SBPA).





Figura 32. Identificação do local de ingresso dos cães na área no sítio aeroportuário do Porto Alegre Airport (SBPA).

## 7.3 MONITORAMENTO DA ÁREA OPERACIONAL E DE OBSTÁCULOS

Conforme estabelecido no item 153.133 (a) do RBAC 153, o operador de aeródromo deve estabelecer e implementar procedimentos de monitoramento na área operacional com vistas a identificar condições de perigo para as operações. O escopo e as finalidades do monitoramento estão descritos na Instrução Suplementar 153.133-001 - Monitoramento da condição física e operacional do aeródromo.

Os drones estão se mostrando valiosos para a atividade de monitoramento da condição física e operacional do aeródromo. Permite, por exemplo, inspecionar com riqueza de detalhes áreas críticas para as operações ou até mesmo auxiliar na identificação de obstáculos. Além disso, também podem ser utilizados para fiscalizar as operações de solo e os atendimentos de aeronaves no pátio.



Figura 33. Utilização de drone Aeroporto de Salonica-Macedônia/Grécia.

O equipamento tem o potencial de elevar os níveis de eficiência nas atividades de vistorias, fiscalização de pátios e pistas, monitoramento de ZPA, produção de evidências de obras e serviços e levantamento de dados para a manutenção aeroportuária.

Uma vantagem da aplicação do drone para o monitoramento de obstáculos pode ser verificada na situação em que há a necessidade de identificação imediata da projeção do obstáculo (Figura 34). Nesta situação, o drone pode ser utilizado para verificar a altura aproximada do objeto e estimar se objetos fixos ou temporários estão violando o PBZPA.

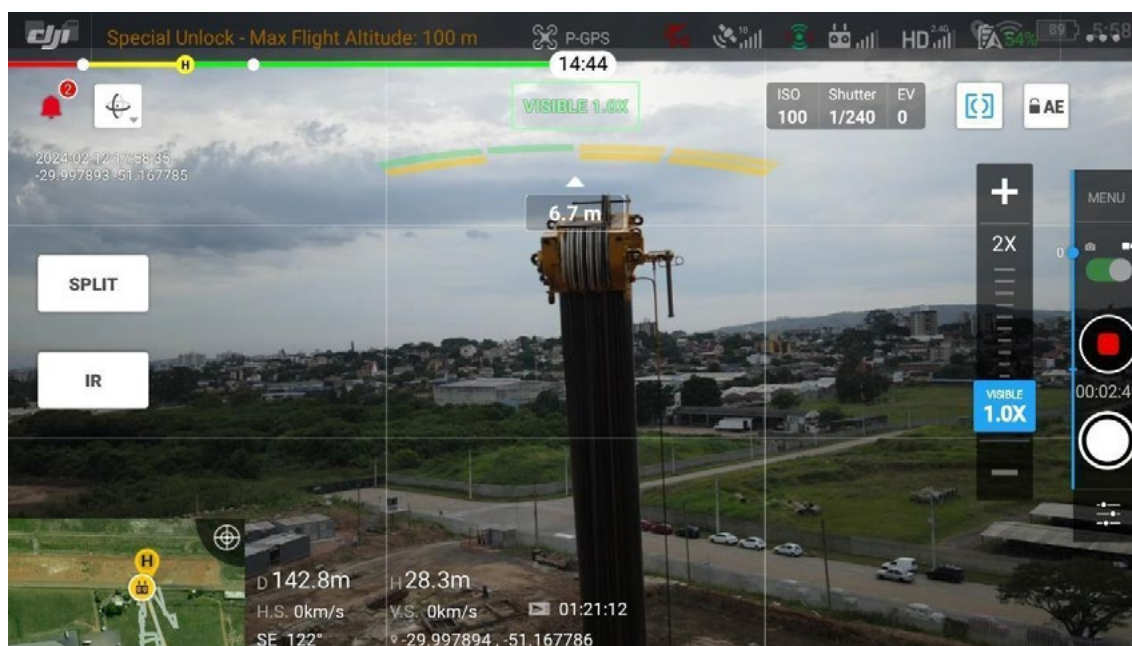


Figura 34. Verificação da altura aproximada de guindaste nas proximidades do Porto Alegre Airport (SBPA).



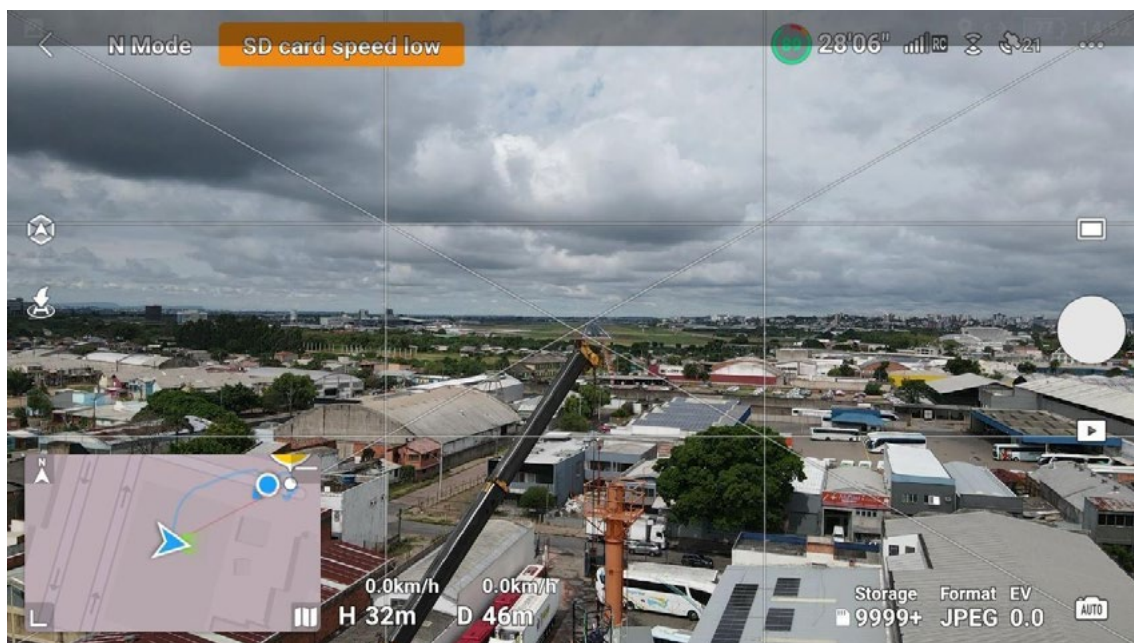


Figura 35. Verificação da altura aproximada de guindaste nas proximidades do Porto Alegre Airport (SBPA).

A aplicação do drone para monitoramento de cerca operacional/patrimonial do aeródromo oferece rapidez, precisão e captura de imagens para armazenamento em banco de dados, além de reduzir os custos com o uso de veículos. Em alguns aeródromos, as cercas estão distantes da zona protegida, o que facilita o monitoramento com uso de drones.



Figura 36. Vistoria de cerca operacional/muro patrimonial no Porto Alegre Airport (SBPA).

## 7.4 MANUTENÇÃO E INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA

Quanto aos serviços de manutenção, os drones são empregados para inspeções detalhadas e levantamento de dados em estruturas complexas, como torres de iluminação/comunicação, inspeção de telhados e fachadas de hangares ou terminais de passageiros, além de propiciar uma vista ampla e precisa do sistema de pista de pousos e decolagens e *pistas de táxi*, podendo ser utilizados para verificar a situação da sinalização horizontal, vertical e luzes de balizamento.

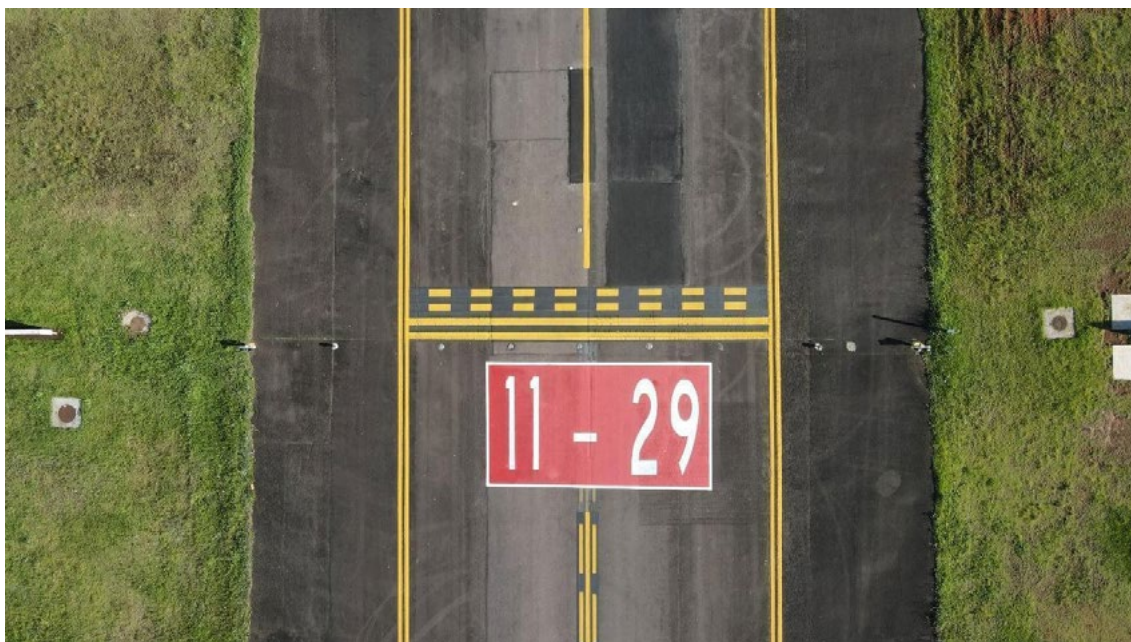


Figura 37. Inspeção nos pontos de espera do Porto Alegre Airport (SBPA).

A utilização do drone, por exemplo, proporcionou maior precisão de verificação do estado da sinalização horizontal no Aeroporto de Florianópolis. Um piloto de aeronave comercial havia reportado confusão e dificuldade de visualização da sinalização horizontal da pista de pouso e decolagem. As fotos coletadas no nível da pista de pouso e decolagem pela equipe de monitoramento e de manutenção da *Zurich Airport* não indicavam que a sinalização estava com defeitos. Entretanto, ao utilizar o voo do drone no mesmo horário e em altura aproximada em que o piloto reportou a confusão de visualização da sinalização horizontal, foi possível constatar que, no ângulo de visão do piloto, o reflexo da luz do sol na pintura dificultava a visualização da sinalização, gerando confusão. Essa constatação auxiliou o operador do aeródromo na tomada de decisão para adoção de ações imediatas no sentido de refazer a sinalização (Figura 38).



Figura 38. Vista geral da pista de pousos e decolagens do Aeroporto de Florianópolis (SBFL).

Equipamentos que possuem câmera térmica podem ser utilizados para verificar a temperatura do pavimento após a execução de reparos no pavimento, o que é essencial para a liberação das operações aéreas após determinadas intervenções (Figura 39).

O uso de drones também pode ser útil para a coleta de fotos com alta resolução que irão compor o relatório da condição funcional do pavimento.

Conforme item 7.5 q) do Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários - SGPA da ANAC, *"A cada levantamento da condição funcional da superfície do pavimento, o operador de aeródromo deve elaborar um relatório (em meio digital ou impresso), contendo, dentre outros elementos: (...) fotos – compor um banco digital ou físico, com no mínimo: 1) Foto de todas as unidades amostrais que apresentarem defeitos; 2) Foto de 50% das unidades amostrais que não apresentarem defeitos."*





Figura 39. Acompanhamento de recape na pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA) com uso de câmera térmica.



Figura 40. Vista da KF (casa de força) do Porto Alegre Airport (SBPA).



Figura 41. Vista com câmera térmica de subestação de energia elétrica do Porto Alegre Airport (SBPA).

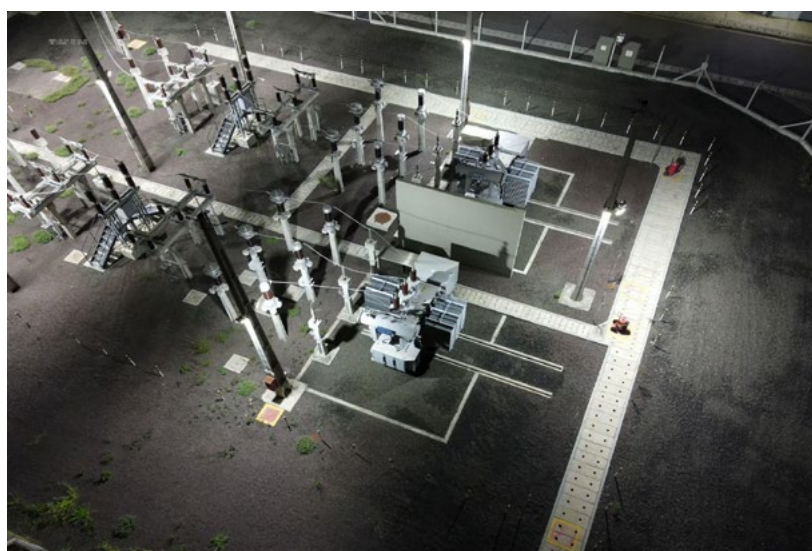


Figura 42. Vista com câmera térmica de subestação de energia elétrica do Porto Alegre Airport (SBPA).



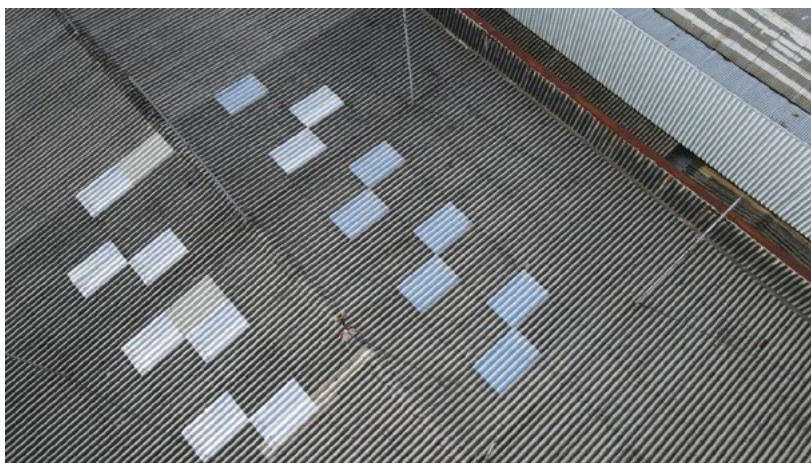


Figura 43. Inspeção de telhados no Porto Alegre Airport (SBPA).

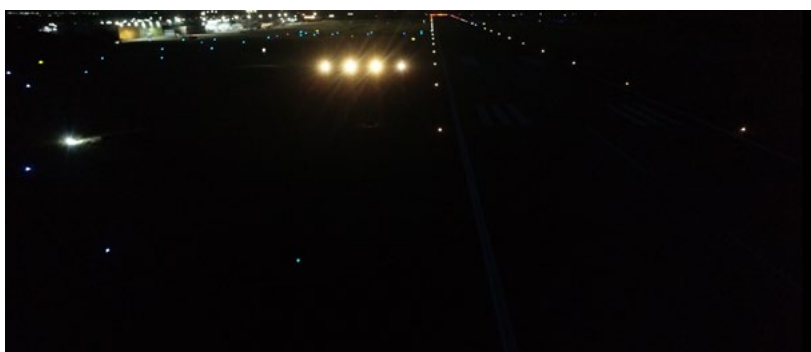


Figura 44. Inspeção de balizamento noturno no Aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 45. Inspeção de vala de drenagem no Aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 46. Inspeção de vala de drenagem no Aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 47. Inspeção de vala de drenagem no Aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 48. Acompanhamento de obras no Porto Alegre Airport (SBPA).



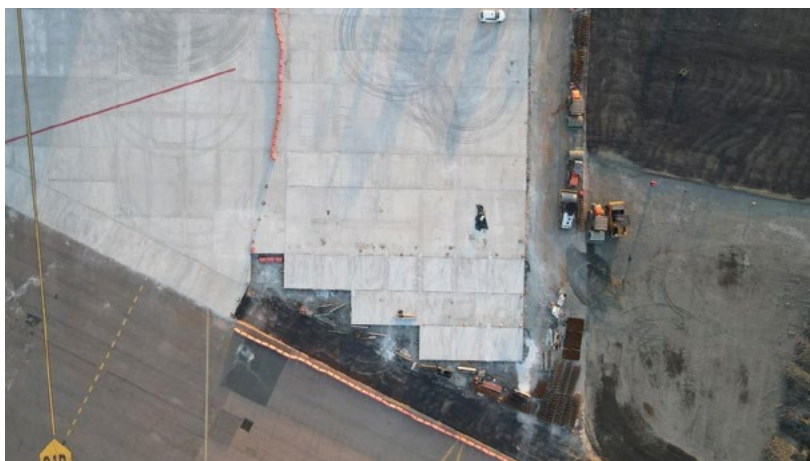


Figura 49. Acompanhamento de obras no Porto Alegre Airport (SBPA).

**Nota:** Não é recomendado a operação de drones por empresas terceirizadas de manutenção ou que estejam realizando obras na área de movimento. A operação de drones no sítio aeroportuário é atividade exclusiva do operador de aeródromo.

#### 7.4.1 COMPARAÇÃO DE IMAGENS PARA AVALIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E SINALIZAÇÃO

A qualidade das imagens capturadas por drones e a possibilidade de realização de voos automatizados e padronizados em velocidade, altura e ângulo da câmera resultam em um banco de imagens e criação de históricos comparativos. O uso de drones para capturar imagens aéreas permite a obtenção de informações detalhadas de grandes áreas de forma rápida e precisa, facilitando o monitoramento e a avaliação das condições de infraestrutura (Figura 52).

Os drones são eficazes na análise de sinalização, verificando a visibilidade e a condição da sinalização horizontal, sendo possível avaliar:

- Desgaste de sinalizações horizontais;
- Sinalizações ilegíveis ou danificadas;
- Conformidade com a regulação;
- Emborrachamento visível.

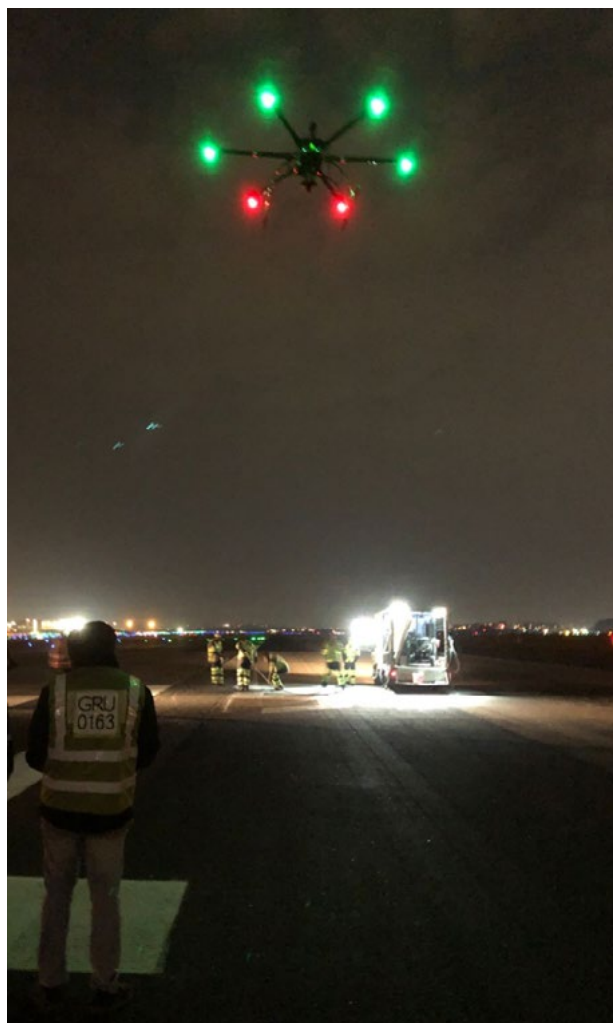


Figura 50. Exemplo de uso do drone para avaliar a conformidade com a regulação de nova sinalização, após a pintura da troca de cabeceira no Aeroporto de Guarulhos/SP (SBGR).

Para realizar uma comparação assertiva das imagens coletadas pelo drone, é necessário realizar os voos atendendo a alguns parâmetros:

- Voos automatizados (mesmo padrão de altura, velocidade e inclinação da câmera);
- Considerar o período do dia (é relevante devido à incidência de luz);
- Considerar as condições meteorológicas (recomenda-se realizar o voo nas mesmas condições meteorológicas, com preferência para condições de tempo nublado, quando não há projeção de sombras).

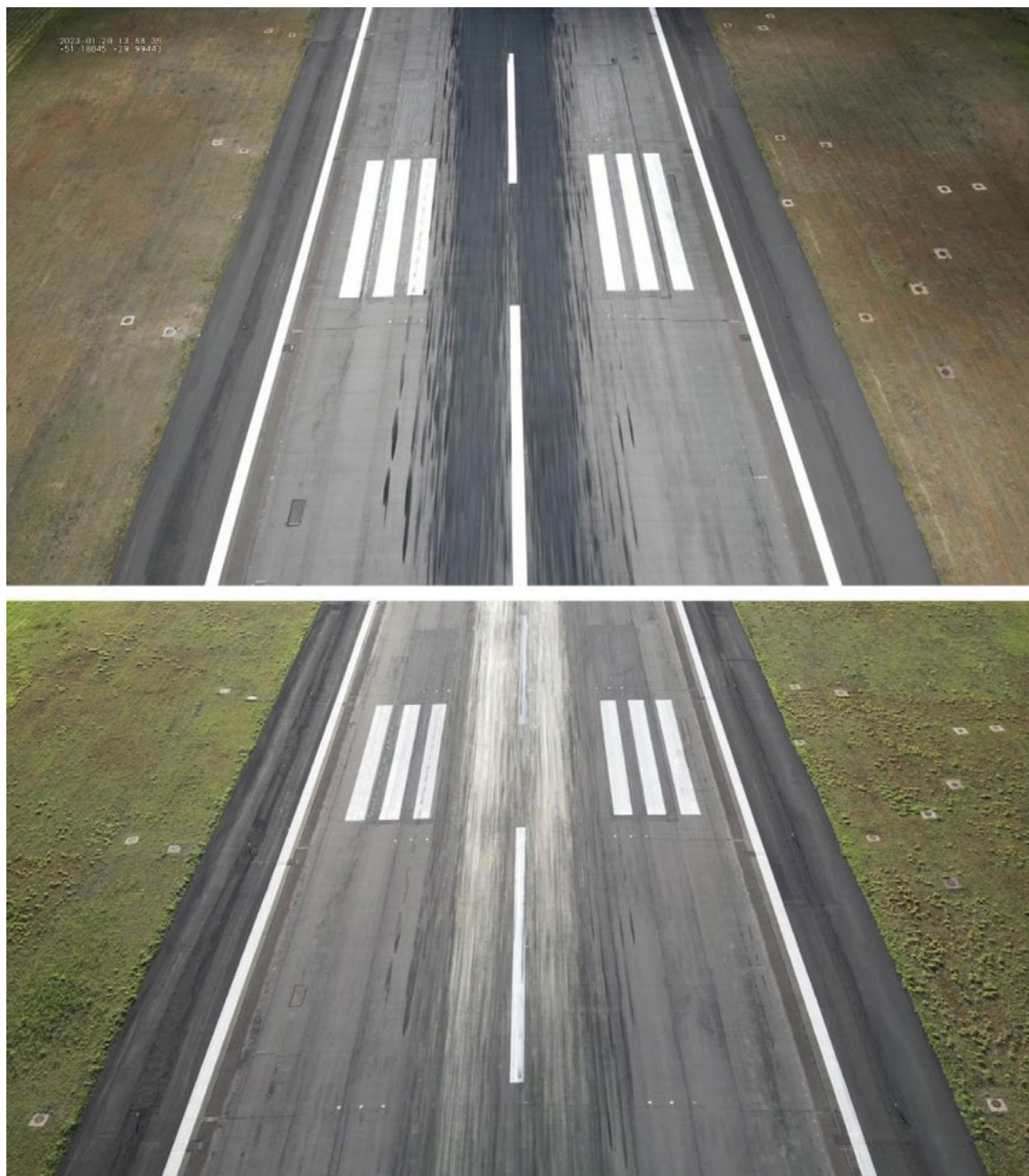


Figura 51. Avaliação das condições de emborrachamento e sinalização horizontal da pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA).

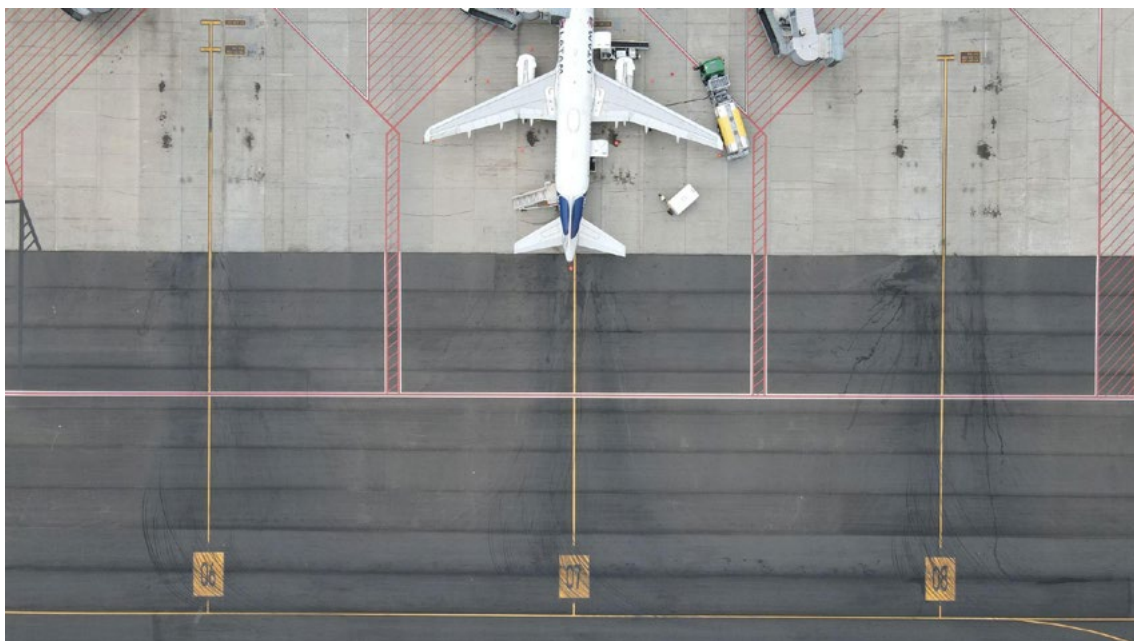


Figura 52. Inspeção da sinalização horizontal do Pátio de aeronaves no Porto Alegre Airport (SBPA).

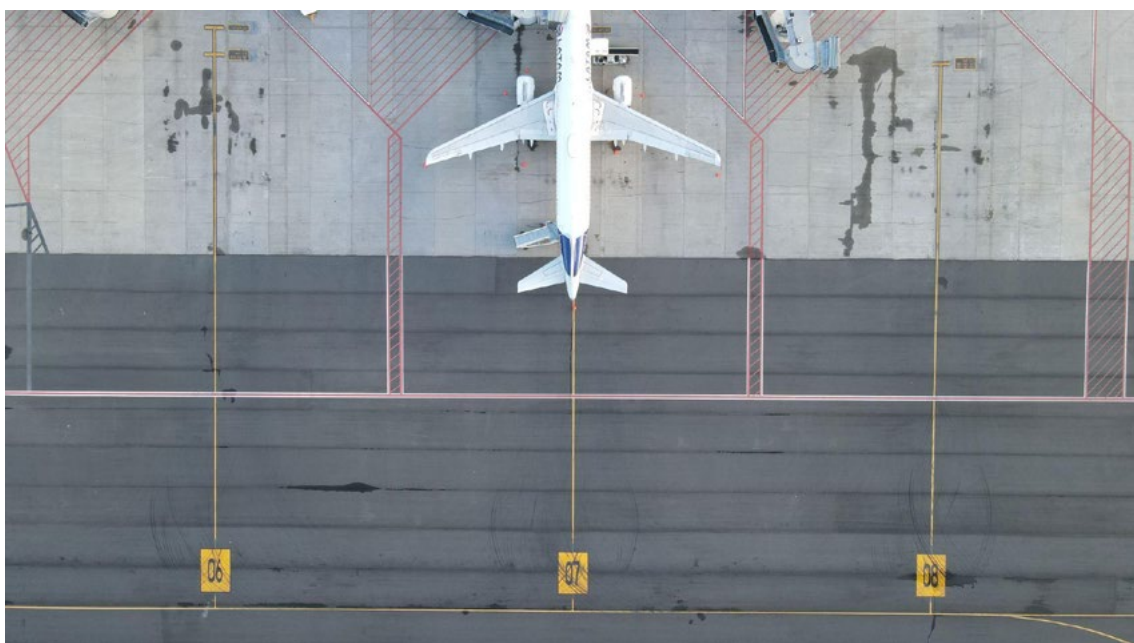


Figura 53. Revitalização da sinalização horizontal do Pátio de aeronaves no Porto Alegre Airport (SBPA).



A captação de imagens com o uso de drones também pode resultar num monitoramento mais efetivo das áreas verdes próximas à pista de pouso e decolagem e pistas de táxi. Isto porque, a coleta de imagem a partir de um ângulo mais elevado pode facilitar a identificação de animais, objetos, estruturas, caixas de passagem e outras anormalidades na área gramada que não seriam visualizadas por um funcionário dentro de um veículo de inspeção ao nível do solo, devido à obstrução pela vegetação ou pelos desníveis do terreno.

Para comprovar o ganho de efetividade e de qualidade no monitoramento com o uso do drone em comparação com o monitoramento realizado por métodos tradicionais, um inspetor da GTOP/ANAC e a equipe da Zurich Airport Brasil realizaram um teste simulado na área gramada do Aeroporto de Florianópolis/SC. Foi retirada a tampa de uma caixa de passagem que fica na área gramada próximo à cabeceira 03 da pista auxiliar de SBFL. De dentro do veículo de inspeção, com a janela aberta e usando celular, o funcionário da equipe de monitoramento coletou imagens da área gramada com o objetivo de registrar que a tampa da caixa de passagem estava aberta. Embora o veículo de inspeção estivesse posicionado na pista de pouso e decolagem a uma distância muito próxima da caixa de passagem, não foi possível visualizar a caixa de passagem. Posteriormente, foi solicitada autorização para a TWR-FL para subir o drone, simulando naquele trecho da pista de pouso e decolagem a altura, a velocidade e a rota que seria percorrida pelo drone se o operador do aeródromo estivesse realizando uma inspeção padrão de monitoramento com este equipamento. Através das imagens coletadas pelo drone, foi possível identificar, sem necessidade de aplicação de zoom na câmera do drone ou de alteração de trajetória do equipamento, que a caixa de passagem estava com a tampa aberta.

O inspetor da GTOP/ANAC constatou, portanto, que a utilização do drone na inspeção de monitoramento teria permitido registrar a anormalidade “caixa de passagem aberta na área gramada” que muito provavelmente não teria sido percebida pelo funcionário que estava dentro do veículo realizando uma inspeção de monitoramento pelo método convencional. Considerando apenas o cenário que foi criado, foi possível concluir que o drone proporcionou maior efetividade e qualidade de monitoramento da área gramada naquele trecho do Aeroporto de Florianópolis (Figuras 54, 55 e 56).



Figura 54. Foto coletada pelo funcionário da equipe de monitoramento de dentro do veículo. O retângulo na cor amarela representa a região onde estava localizada a caixa de passagem com a tampa aberta - Zurich Airport Brasil (SBFL).



Figura 55. Imagem captada pelo drone registrando que a caixa de passagem estava com a tampa aberta - Zurich Airport Brasil (SBFL).





Figura 56. Zoom capturado pelo drone registrando que a caixa de passagem estava com a tampa aberta - Zurich Airport Brasil (SBFL).

#### 7.4.2 PLANEJAMENTO DE SISTEMAS DE DRENAGEM

Através do processamento de imagens de drone com auxílio da captação de pontos de controle em solo por equipe de topografia, é possível realizar projetos de melhoria da drenagem em aeroportos.

Áreas com acúmulo de água são fontes atrativas para a avifauna e limitadoras para acesso de veículos na área operacional. A utilização de drones para esta finalidade reduz o tempo necessário para o levantamento de dados em campo e a redução de custos com topografia, além de nortear a gestão destas áreas na tomada de decisões.

Através de *softwares* de processamento de imagens e posterior tratamento de dados por *softwares* de geoprocessamento disponíveis no mercado, alguns produtos como curvas de nível, ortomosaicos, modelos digitais e 3D do terreno podem ser gerados, conforme as Figuras 57 e 58.



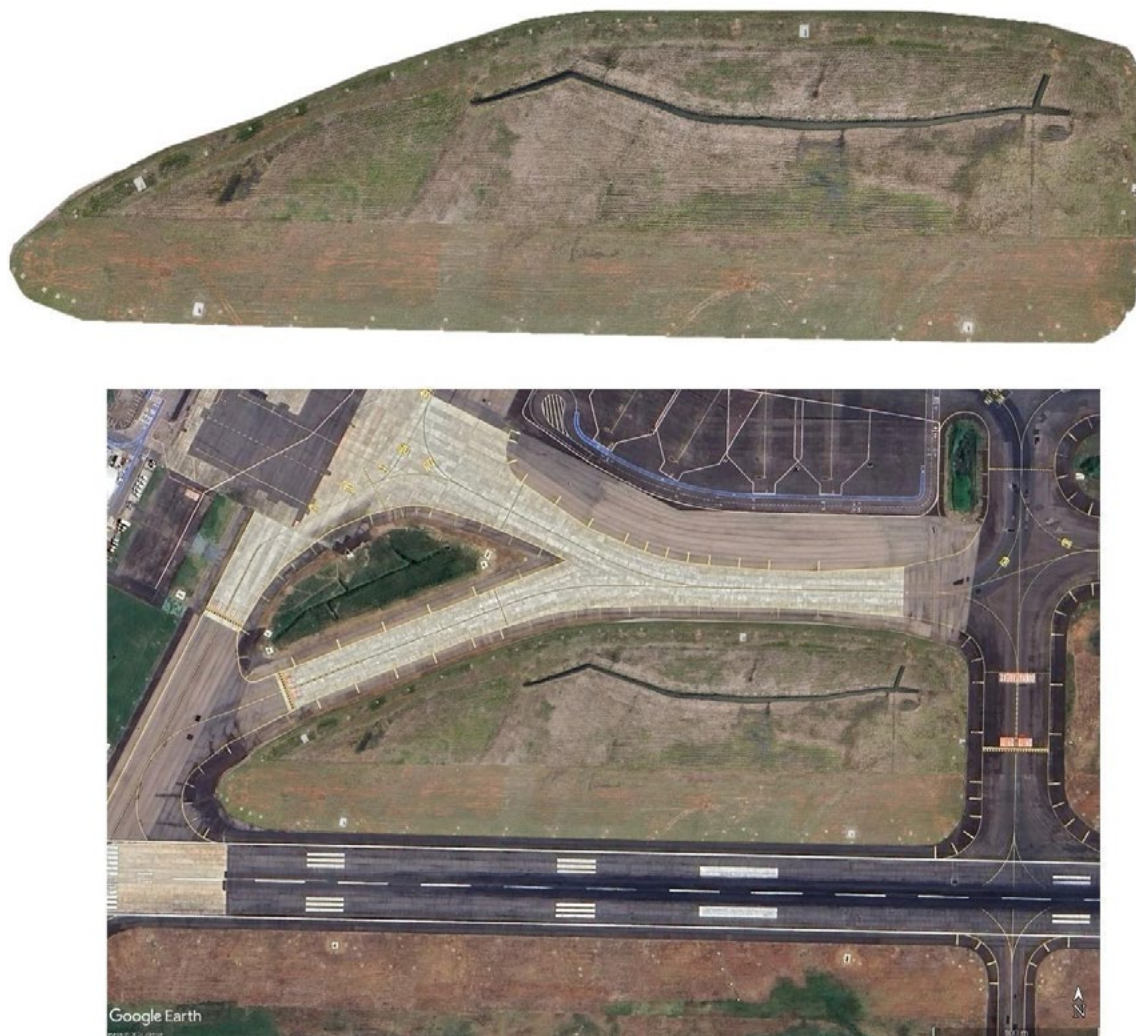


Figura 57. Ortomosaico de ilha gramada no Porto Alegre Airport (SBPA).

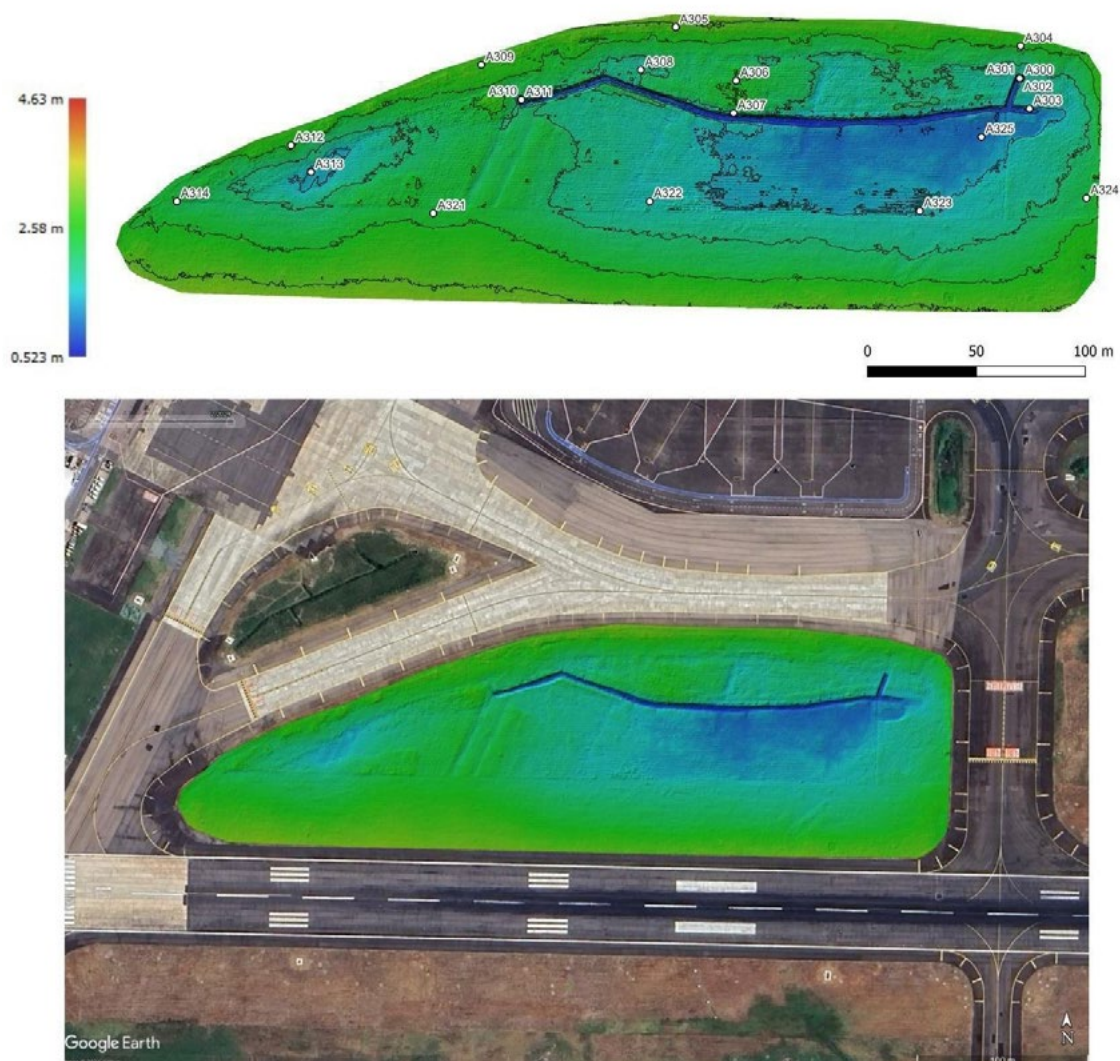


Figura 58. Modelo Digital de Terreno (MDT) de ilha gramada no Porto Alegre Airport (SBPA).

### 7.4.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

Ao coletar imagens da obra em alta definição, é possível elaborar relatórios com informações sobre volume, área, curva de nível e comparativo de imagens de todas as etapas da obra. Os relatórios visuais sobre o andamento da obra são informações que podem ser valiosas para as empresas prestadoras de serviço que estão atuando na obra, órgãos reguladores e outros entes externos ao sítio aeroportuário.

Dependendo da capacidade da câmera do drone, é possível criar fotos comparativas em 2 ou 3 dimensões. Além disso, drones equipados com GPS de alta definição e precisão, podem referenciar fotos do espaço com uma precisão de 1 ou 2 centímetros. Tais informações podem ser transformadas



em dados e, com utilização de *softwares*, convertidas em um modelo 3D da obra inspecionada. Após catalogadas, as imagens podem ser disponibilizadas em uma plataforma, consultadas e referenciadas para acompanhamento das obras.

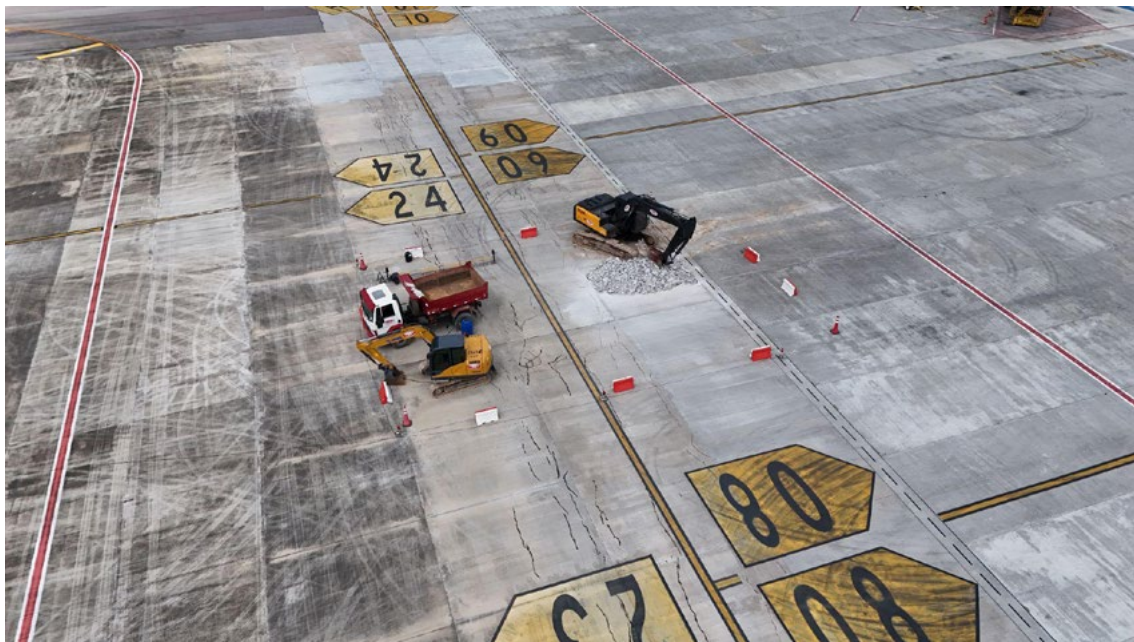


Figura 59. Obra no pátio da Zurich Airport Brasil (SBFL).

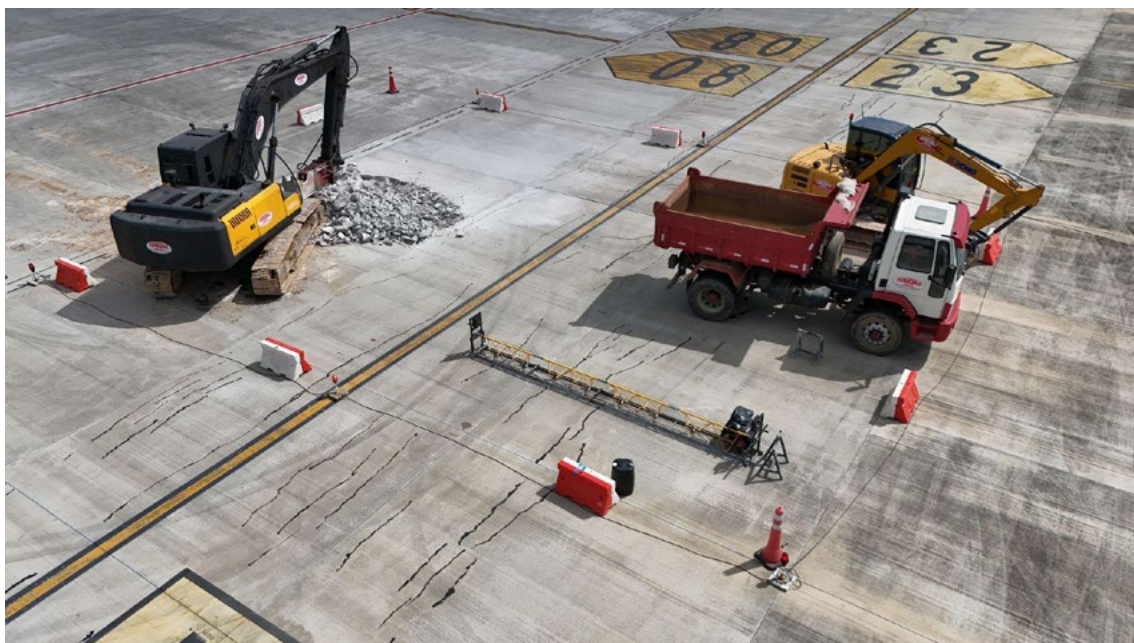


Figura 60. Obra no pátio da Zurich Airport Brasil (SBFL).



Figura 61. Obras na pista de pousos e decolagens no Porto Alegre Airport (SBPA).



Figura 62. Obras na pista de pousos e decolagens no Porto Alegre Airport (SBPA).



## **7.5 SEGURANÇA CONTRA ATOS DE INTERFERÊNCIA ILÍCITA (AVSEC – AVIATION SECURITY)**

Os drones também desempenham um papel crucial na segurança contra atos de interferência ilícita.

Drones equipados com câmeras de alta resolução e sensores térmicos são capazes de realizar vigilância perimetral contínua, detectando intrusos e acessos não autorizados em tempo real. Eles podem cobrir grandes áreas de forma rápida e eficiente, garantindo que toda a extensão do perímetro esteja sob constante monitoramento, além de garantir a preservação das pessoas perante potenciais ameaças. Com o uso da câmera térmica, é possível identificar a movimentação de pessoas em áreas próximas à cerca. A presença do drone voando sobre o local pode desencorajar a prática de atos de interferência ilícita (Figuras 63 e 64).

A visão aérea da situação ajuda as equipes de segurança a avaliarem e responder de maneira eficaz, e a capacidade de acesso rápido e a coleta de dados em tempo real são cruciais para a tomada de decisões.

Com auxílio do drone é possível realizar auditorias em tempo real, verificando se as equipes de segurança contratadas estão realizando os procedimentos AVSEC de forma correta conforme os padrões de segurança.

Durante eventos, operações diferenciadas ou períodos de alta movimentação, os drones podem ser usados para monitorar o fluxo de pessoas, ajudando a prevenir tumultos e garantir a segurança dos passageiros.

Com o auxílio de sistemas de som e luzes, os drones podem auxiliar na orientação visual aérea para conduzir evacuações seguras durante emergências, como por exemplo ameaça de bomba.

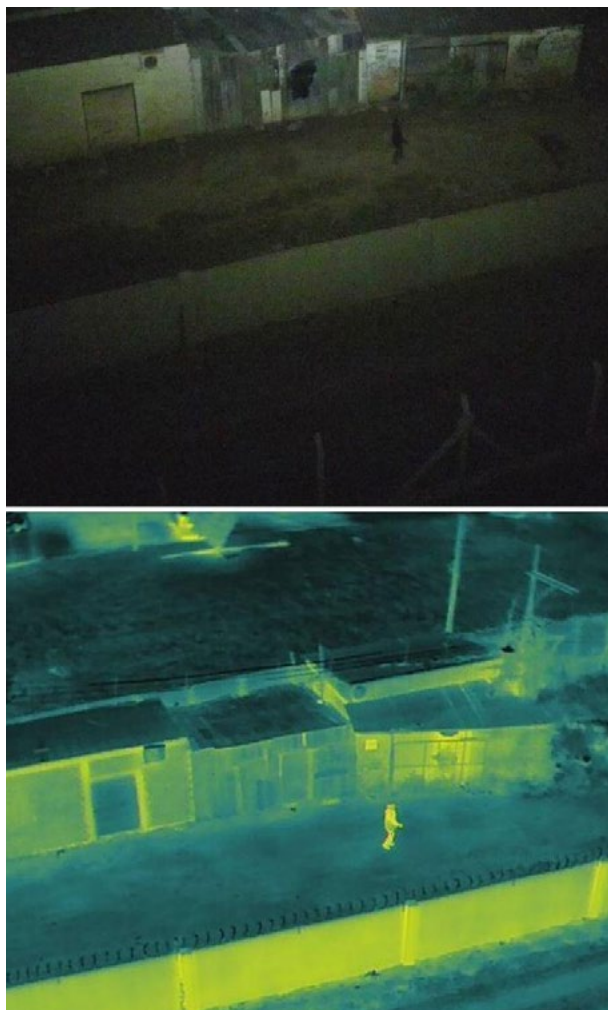


Figura 63. Vista de área limítrofe ao Porto Alegre Airport (SBPA), identificando a presença de pessoas próximo ao muro patrimonial.



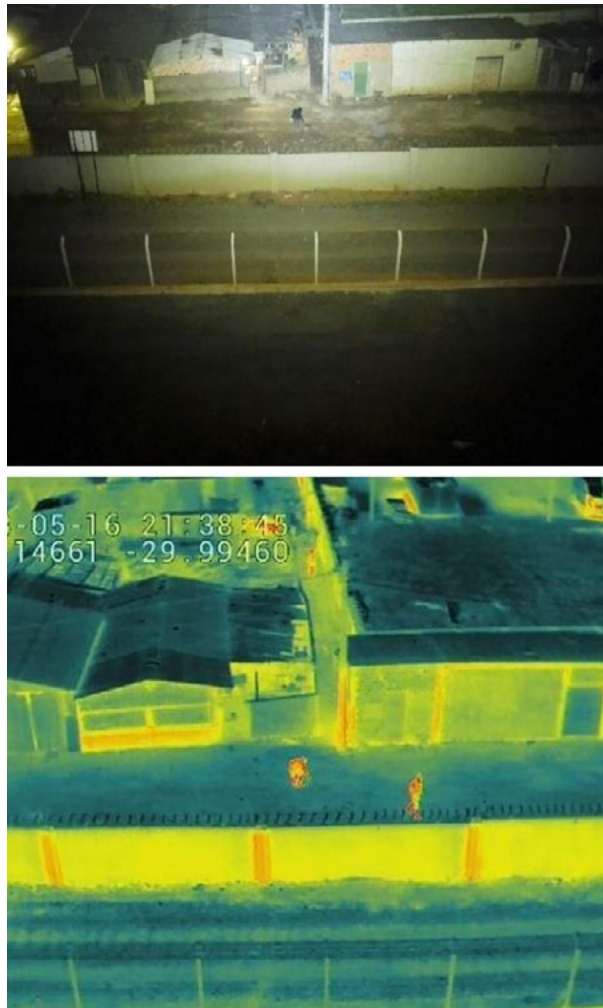


Figura 64. Vista com uso de holofote e câmera térmica de área limítrofe ao Porto Alegre Airport (SBPA), identificando a presença de pessoas próximo ao muro patrimonial.



Figura 65. Vistoria de cerca operacional no Aeroporto de Vitória (SBVT).

### 7.5.1 RESPEITO À INTIMIDADE, VIDA PRIVADA, HONRA E IMAGEM DAS PESSOAS E SIGILO DE DADOS PESSOAIS

Vale ressaltar que o operador do aeródromo, ao utilizar o drone para monitoramento com foco em AVSEC, deve tomar os cuidados necessários para não enfrentar problemas e questionamentos relativos à invasão de privacidade das pessoas que residem nas propriedades que estão localizadas no entorno do sítio aeroportuário, se for o caso. Além disso, o operador do aeródromo deve avaliar o risco de danificação ou de perda do equipamento durante o monitoramento com foco AVSEC, devido ao perigo de abatimento do drone.

É importante que o operador do aeródromo considere a necessidade de a operação de aeronaves não tripuladas observar as legislações referentes às responsabilizações nas esferas civil, administrativa e penal, com destaque àquelas disposições referentes à inviolabilidade da intimidade, da vida privada, da honra e da imagem das pessoas.

No mesmo sentido, o item 16.4.1 da ICA 100-40 estabelece que *“As autorizações previstas nesta Instrução se referem ao acesso ao espaço aéreo e não isentam o Explorador/Operador e o Piloto Remoto de observar e respeitar direitos individuais de terceiros, como privacidade e imagem das pessoas, ficando sujeito às leis vigentes”*.

A responsabilização na esfera cível pode ocorrer em virtude de danos causados por colisões dos drones com edificações ou automóveis e pessoas que transitam no entorno do sítio aeroportuário. O operador do aeródromo também poderá sofrer responsabilização em razão de comportamentos praticados durante a operação, se violar outros bens jurídicos como intimidade, vida privada, honra e imagem das pessoas e sigilo de dados pessoais.

### 7.6 RESPOSTA À EMERGÊNCIA AEROPORTUÁRIA

Imagine a seguinte situação: uma aeronave reporta uma possível falha de trem de pouso ao se aproximar para o pouso. Cada segundo conta, e a equipe de Resposta à Emergência precisa de informações precisas e rápidas para planejar a melhor intervenção. Esse é um cenário típico em que os drones se revelam ferramentas poderosas e versáteis.

A utilização de drones para resposta à emergência em ambiente aeroportuário pode oferecer vantagens.

Primeiramente, a capacidade de obter imagens aéreas em tempo real da aeronave (acidentada ou parada sobre a pista) no solo permite à equipe de apoio e resgate visualizar a extensão do problema, o estado geral da aeronave e até mesmo identificar possíveis vazamentos ou danos estruturais.

Essas informações visuais imediatas otimizam o planejamento da resposta, direcionando os recursos de forma mais eficiente.

Além disso, drones equipados com câmeras térmicas podem identificar pontos de superaquecimento em aeronaves ou veículos de apoio em solo, auxiliando na prevenção de incêndios ou na identificação precoce de focos.

Em caso de acidentes, a agilidade dos drones em sobrevoar a área permite uma avaliação rápida dos danos, a identificação de vítimas e a análise da cena para auxiliar nas investigações posteriores.

A capacidade de acessar áreas de difícil acesso ou perigosas para as equipes terrestres é outra vantagem significativa. Em situações como derramamento de combustível em áreas alagadas ou incêndios de grande proporção, os drones podem ser usados para realizar inspeções visuais e monitoramento sem a necessidade de expor os socorristas a riscos desnecessários.

Os drones podem ser utilizados também para o transporte rápido de equipamentos leves e essenciais, como kits de primeiros socorros, desfibriladores ou ferramentas específicas, para locais de difícil acesso ou onde a agilidade é fundamental. A coordenação das equipes de resposta também é aprimorada, pois as imagens e vídeos transmitidos pelos drones fornecem uma visão panorâmica da situação, facilitando a tomada de decisões e a alocação de recursos.

A integração de sistemas de comunicação nos drones permite o estabelecimento de canais de voz e vídeo bidirecionais entre a equipe de comando e os socorristas em campo, melhorando a comunicação e a troca de informações em tempo real. Em cenários de evacuação, drones equipados com alto-falantes podem auxiliar na orientação e direcionamento das pessoas para áreas seguras.

A possibilidade de realizar mapeamento aéreo detalhado da área de emergência, criando modelos 3D e ortomosaicos, fornece informações valiosas para o planejamento de rotas de acesso, identificação de obstáculos e análise da topografia do terreno. Essa capacidade de coleta e análise de dados geoespaciais contribui para uma resposta mais eficaz e segura.

A incorporação de drones nas operações de resposta à emergência em aeroportos representa um salto qualitativo na capacidade de resposta a eventos que possam impactar a segurança das operações. A agilidade, a visão aérea abrangente, o acesso a áreas de risco e a capacidade de coleta e transmissão de dados em tempo real são relevantes para proteger vidas, minimizar danos e otimizar a gestão de crises no ambiente aeroportuário.





Figura 66. Acompanhamento de exercício simulado da Seção Contraincêndio do Porto Alegre Airport (SBPA).



Figura 67. Acompanhamento de exercício simulado da Seção Contraincêndio do Porto Alegre Airport (SBPA).





Figura 68. Acompanhamento de exercício simulado da Seção Contraincêndio do Porto Alegre Airport (SBPA).

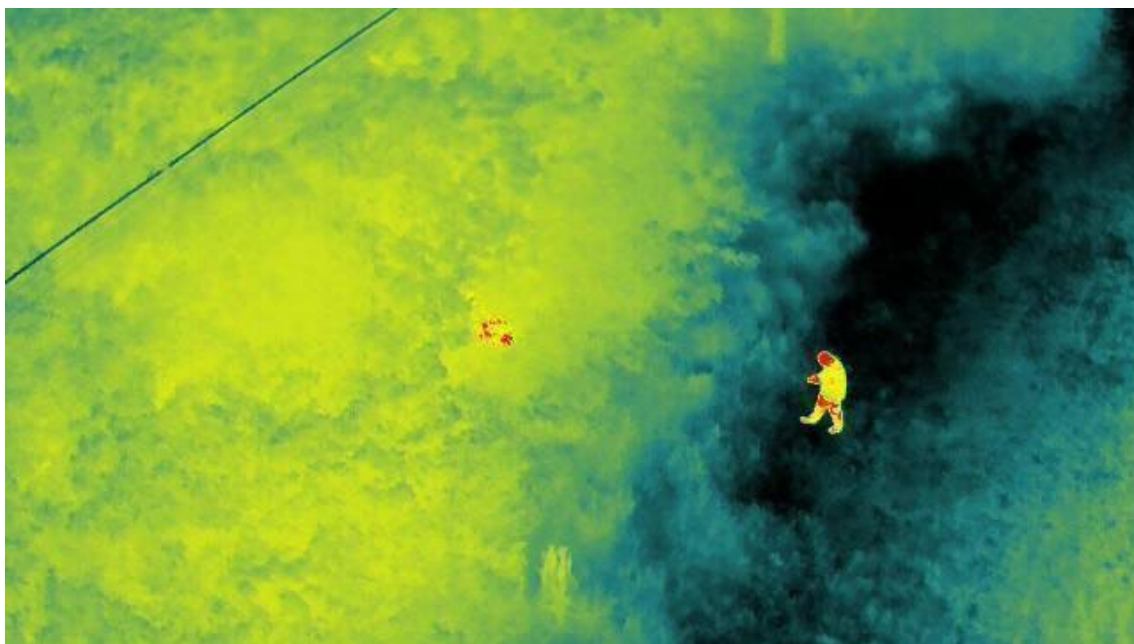


Figura 69. Acompanhamento de exercício simulado da Seção Contraincêndio do Porto Alegre Airport (SBPA). Na imagem, é possível verificar com a câmera térmica a presença de uma vítima no interior de uma área de mata no aeroporto.

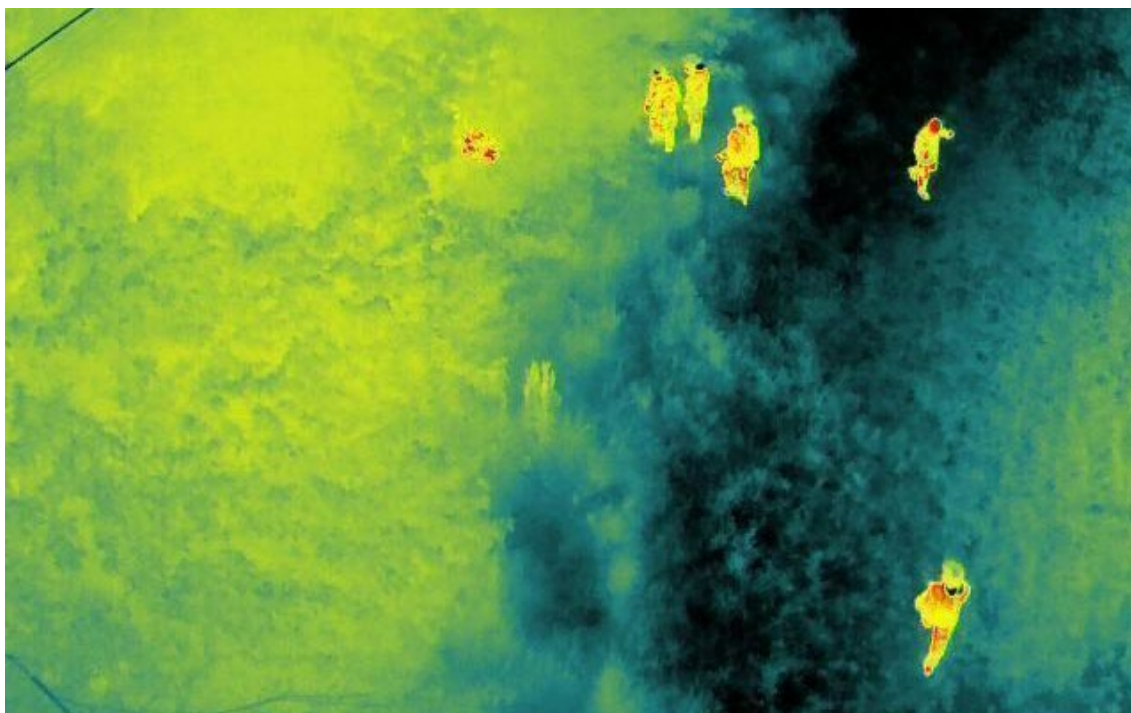


Figura 70. Acompanhamento de exercício simulado da Seção Contraincêndio do Porto Alegre Airport (SBPA). Na imagem, é possível verificar com a câmera térmica a presença de uma vítima no interior de uma área de mata no aeroporto.

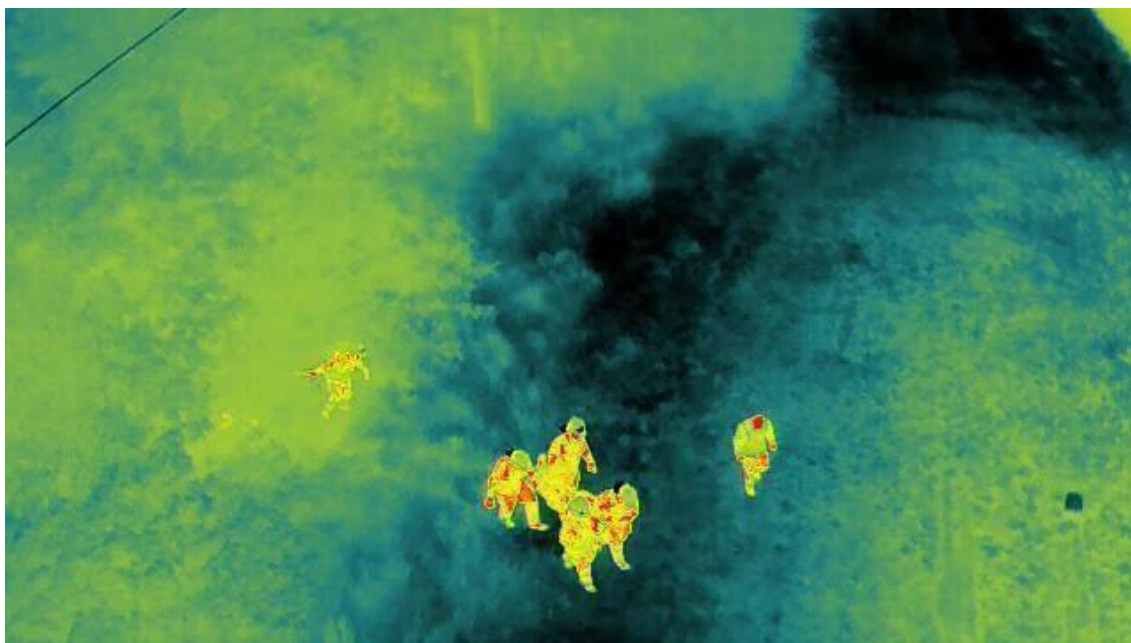


Figura 71. Acompanhamento de exercício simulado da Seção Contraincêndio do Porto Alegre Airport (SBPA). Na imagem, é possível verificar com a câmera térmica a remoção de uma vítima no interior de uma área de mata no aeroporto.



Figura 72. Avaliação da extensão de incêndio nas proximidades do Aeroporto de Vitória (SBVT).

## 7.7 CALIBRAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO DE PAPI

O Doc 9157 - Manual de Projeto de Aeródromo, Parte 4 – Auxílios Visuais, 5ª edição (Emenda 1, 07/12/2021), parágrafos 8.3.43 – 8.3.46 da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) estabelece regras para o uso de drones para a inspeção PAPI.

A calibração de sistemas PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) com drones têm se mostrado uma solução eficiente e precisa, especialmente em aeroportos na Europa. No Brasil o tema vem crescendo durante o ano de 2024, com a realização de algumas demonstrações *in loco* de ferramentas desenvolvidas por empresas estrangeiras.

Por oferecer uma solução mais precisa, econômica e sustentável, a calibração de PAPI com a utilização de drones está se tornando cada vez mais comum em aeroportos europeus. Aeroportos como o *Charles de Gaulle* em Paris têm adotado a utilização de drones para a calibração de PAPI desde 2018. A demonstração inicial em Toulouse, mostrou a eficácia dessa tecnologia, com a calibração sendo realizada em menos de 20 minutos sem a necessidade de fechar a pista. Alguns aeroportos gregos também já utilizam a tecnologia para a calibração dos seus auxílios.

A implementação dessa tecnologia envolve a colaboração entre diferentes departamentos e órgãos reguladores. Na França, um protocolo aprovado pela Autoridade de Aviação Civil Francesa (DGAC) é utilizado como documento referência, servindo de base técnico-científica para a aprovação. A aprovação regulamentar é essencial para garantir que a calibração com drones seja segura e eficaz.

Até o momento, no Brasil, a calibração e a homologação de sistemas de auxílio à navegação aérea são de responsabilidade do DECEA, sendo realizada pelo GEIV (Grupo Especial de Inspeção em Voo), que tem como objetivo aferir a eficácia desses sistemas, equipamentos e procedimentos, de modo a garantir uma operação segura a todas as aeronaves em circulação no espaço aéreo brasileiro durante todas as fases de voo, sobretudo em condições meteorológicas adversas.

Em 2024, a equipe da ANAC acompanhou uma demonstração bem sucedida da calibração de PAPI com a utilização de drones no BH Airport (SBCF).

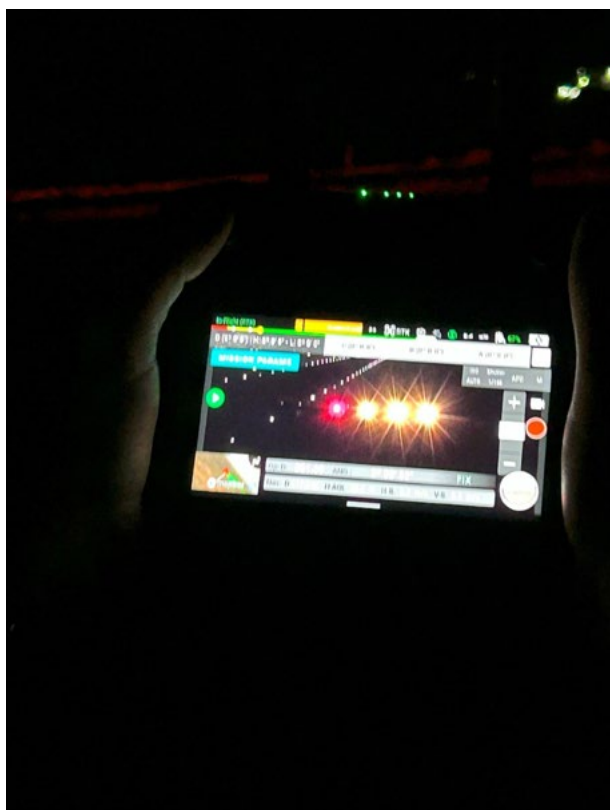


Figura 73. Demonstração da calibração de PAPI com a utilização de drone no BH Airport (SBCF).





Figura 74. Etapa de coleta de coordenadas de cada caixa de PAPI para calibração no BH Airport (SBCF).

Durante a demonstração, foi possível verificar que a utilização de drones para calibração de PAPI permite realizar a operação de forma rápida e precisa. Drones equipados com sistemas de navegação e posicionamento diferencial (RTK) conseguem alcançar uma precisão de até 2 cm, tanto horizontal quanto vertical. Isso garante que a calibração seja mais precisa do que métodos convencionais utilizando aeronaves tripuladas.

A calibração com drones pode ser realizada tanto durante o dia quanto à noite, proporcionando uma maior flexibilidade na execução das operações. Isso é especialmente útil em aeroportos com alta demanda operacional.

A utilização de drones também reduz significativamente os custos associados à calibração de PAPI. Em vez de utilizar aeronaves tripuladas, que são mais caras e exigem mais recursos, os drones oferecem uma solução mais econômica e sustentável. A calibração e homologação do sistema para intervenções nas pistas de pousos e decolagens temporárias, que necessitam de coordenação com os órgãos competentes, podem ser realizadas de maneira mais rápida.

Além disso, os drones têm um impacto ambiental menor em comparação com aeronaves tripuladas, pois consomem menos energia e não emitem poluentes durante a operação. Isso contribui para a sustentabilidade durante as práticas de manutenção aeroportuária.

A aplicação do drone para homologação de PAPI requer uma calibração prévia. Pode ser necessário colocar o drone em cima das caixas e anotar as coordenadas de cada caixa e a diferença de distância do centro da lente do PAPI até o centro da lente do drone.

Geralmente não é necessário utilizar lentes com alta resolução de imagem. Entretanto, para obter maior precisão e acurácia da informação coletada pelo drone, pode ser necessário utilizar uma estação móvel RTK, com intuito de melhorar a precisão de posicionamento do drone.

Para que a homologação de PAPI utilizando drone seja bem sucedida, a aeronave utilizada no serviço precisa ser capaz de identificar:

- As características das luzes do PAPI;
- A rampa de aproximação;
- A intensidade das luzes do PAPI e a transição de cores do vermelho para o branco;
- O contraste entre os sinais branco e vermelho;
- O ângulo das configurações de elevação das unidades de luz;
- A amplitude do azimute do feixe de luz

É importante a presença de um técnico em campo para realizar os ajustes da lente do PAPI, caso seja necessário.

Recomenda-se realizar as aferições 3 vezes em cada caixa de PAPI, o que significa 12 aferições de cada lado no total.

## 7.8 MARKETING E COMUNICAÇÃO

Atualmente as redes sociais são a principal forma de divulgação de informações no mundo, sendo altamente utilizadas pelos operadores de aeródromos para a divulgação de informações relevantes aos passageiros e para a comunidade aeroportuária.

A captação de imagens em ângulos exclusivos e em alta definição é uma ferramenta que auxilia na elaboração desses conteúdos digitais.



Figura 75. Vista geral do Terminal de Passageiros pós-enchente no Porto Alegre Airport (SBPA) para ação da área de Comunicação e Marketing.



Figura 76. Vista panorâmica do Porto Alegre Airport (SBPA) para ação da área de Comunicação e Marketing.





Figura 77. Vista panorâmica do Porto Alegre Airport (SBPA) para ação da área de Comunicação e Marketing.



Figura 78. Captação de imagens de Caminhada de Combate ao F.O.(D) no Porto Alegre Airport (SBPA).





Figura 79. Captação de imagens de Caminhada de Combate ao F.O.(D) no Porto Alegre Airport (SBPA).

## 7.9 COLETA DE EVIDÊNCIAS DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA

A aprovação prévia da infraestrutura deve ser feita quando da ampliação ou alteração de uma infraestrutura existente ou da construção de uma nova infraestrutura. Visando à aprovação destas infraestruturas novas ou alteradas, provas que evidenciem que essas infraestruturas foram construídas e/ou instaladas de acordo com os requisitos regulamentares de projeto estabelecidos no RBAC nº 154 devem ser apresentadas.

De acordo com o *Guia de Apresentação de Evidências de Infraestrutura da Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária - SIA da ANAC*, a avaliação das características físicas das infraestruturas envolve a verificação dos seguintes aspectos: Geometria, Resistência de pavimentos, Resistência de áreas de segurança não pavimentadas, Superfície de pavimentos, Declividades e Objetos e nivelamento das áreas de segurança.

O uso de drones pode ajudar na produção das evidências para a verificação dos aspectos de conformidade da infraestrutura com os requisitos do RBAC nº 154.

### 7.9.1 GEOMETRIA

Imagens registradas próximo ao nível da superfície da infraestrutura a ser homologada não são recomendadas para evidenciar aspectos geométricos, pois, na maioria das vezes, são pouco representativas e não evidenciam o cenário geral. O drone pode ser uma ferramenta útil para a coleta de imagens aéreas que permitam a visualização da infraestrutura de forma abrangente e que possibilitem a comparação da ordem de grandeza das dimensões da infraestrutura analisada com as dimensões de outras infraestruturas adjacentes ou infraestruturas pré-existentes, cujas dimensões sejam conhecidas.

Imagens aéreas produzidas por drones são exemplos práticos para evidenciar aspectos geométricos de pistas de táxi de acesso a estacionamento de aeronaves e pista de pouso e decolagem (Figuras 80 e 81).



Figura 80. Registros fotográficos para coleta de evidência do pátio de aeronaves do Porto Alegre Airport (SBPA).



Figura 81. Registros fotográficos para coleta de evidência da pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA).

### 7.9.2 DECLIVIDADES

Os drones podem ser utilizados para a produção de imagens do levantamento topográfico realizado após a execução das obras e serviços, evidenciando que os trabalhos relacionados ao levantamento topográfico enviado à ANAC foram realizados após a execução das obras.

### 7.9.3 OBJETOS E NIVELAMENTO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA

Para comprovar que não existem objetos além dos declarados na relação de objetos inseridos nas áreas de segurança, o operador do aeródromo pode usar drones para produzir vídeos que abranjam toda a área de segurança avaliada. É possível evidenciar também a ausência de objetos na faixa preparada e na faixa de pista de pouso e decolagem e faixas de pistas de táxi, realizando vídeos ao longo do alinhamento longitudinal equidistante aos limites da faixa de pista de táxi e da borda da pista de táxi ou de seus acostamentos (quando existirem). É importante assegurar que as imagens produzidas pelo drone compreendam toda a área avaliada e que a altura em que as imagens são registradas não seja excessivamente elevada a ponto de não ser possível identificar se existem objetos em solo.

O operador também pode utilizar drones para demonstrar que a faixa preparada da pista de pouso e decolagem e a RESA são áreas limpas e niveladas, comprovando que não há desníveis entre a superfície dessas áreas e da superfície da pista de pouso e decolagem ou dos acostamentos, quando existirem.



#### 7.9.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Os drones podem ser usados para coletar evidências do cumprimento dos requisitos de sinalização horizontal, quanto aos aspectos de localização da sinalização e características, tais como cor, contraste, conspicuidade, retrorrefletividade (ou retrorrefletância) e dimensões.

Com relação às dimensões, a criação de um ortomosaico permite realizar as medições necessárias, como por exemplo a verificação da dimensão da sinalização horizontal do ponto de visada (Figuras 82 e 83).



Figura 82. Medição da sinalização do ponto de visada da pista de pousos e decolagens de um ortomosaico do Porto Alegre Airport (SBPA) através do software Google Earth.



Figura 83. Medição da sinalização do ponto de visada da pista de pousos e decolagens de um ortomosaico do Porto Alegre Airport (SBPA) através do software Google Earth.

A comprovação da cor, da conspicuidade e, quando aplicável, do contraste das sinalizações horizontais pode ser feita por vídeos em resolução adequada que demonstrem toda a extensão da sinalização horizontal em análise. A retrorrefletividade pode ser avaliada por meio de vídeos noturnos com *flash*, de modo que seja possível visualizar a luz sendo refletida na sinalização horizontal e comprovar que a visibilidade da sinalização é aumentada durante a noite.

### 7.9.5 SINALIZAÇÃO LUMINOSA

As pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e pátios de estacionamento de aeronaves podem ter diversos tipos de sinalização luminosa, cuja aplicabilidade depende do tipo de operação, da existência de outros tipos de sinalização luminosa, da condição de alcance visual de pista, da necessidade operacional, entre outros aspectos.

Para verificação da conformidade da sinalização luminosa com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo pode utilizar drones para elaborar relatório fotográfico e/ou produzir vídeos, evidenciando que a configuração apresentada no desenho "*as built*" de fato foi implantada. Conforme *Guia de Apresentação de Evidências de Infraestrutura da Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária* - SIA da ANAC, recomenda-se que as imagens sejam registradas

ao entardecer, quando ainda é possível visualizar a sinalização horizontal e, ao mesmo tempo, é possível identificar que as luzes estão ligadas.

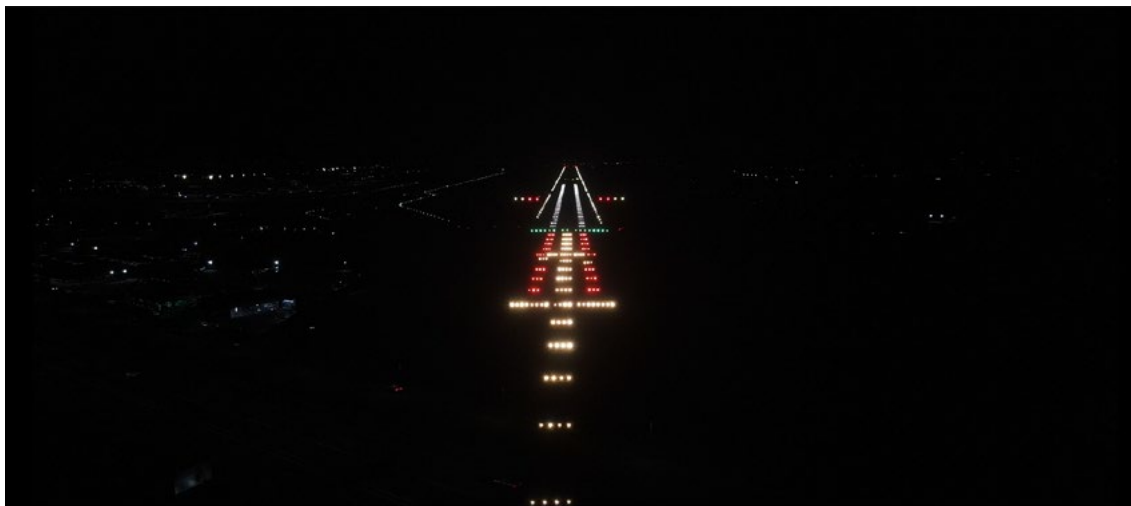


Figura 84. Vista geral da sinalização luminosa da pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA).

Para evidenciar o controle de intensidade das luzes, pode ser produzido vídeo, demonstrando os diferentes níveis de brilho das luzes, conforme ilustrado nas Figuras 85, 86, 87 e 88, que correspondem a alguns frames de um vídeo.



Figura 85. Teste de balizamento da THR 29 do Porto Alegre Airport (SBPA) - Brilho 1.



Figura 86. Teste de balizamento da THR 29 do Porto Alegre Airport (SBPA) Brilho 2.



Figura 87. Teste de balizamento da THR 29 do Porto Alegre Airport (SBPA) – Brilho 3.





Figura 88. Teste de balizamento da THR 29 do Porto Alegre Airport (SBPA) – Brilho 4.



Figura 89. Teste de balizamento da THR 29 do Porto Alegre Airport (SBPA) – Brilho 5.

#### 7.9.6 INDICADOR DE DIREÇÃO DE VENTO

Para comprovar a conformidade do indicador de direção vento com os requisitos regulamentares de projeto, o operador do aeródromo pode utilizar drones para produzir imagens durante o período diurno que mostrem as características e medidas realizadas *in loco* das dimensões associadas ao indicador de direção de vento e da faixa circular e imagens registradas durante o período noturno que mostrem o indicador de direção de vento iluminado.

#### 7.9.7 FAROL DO AERÓDROMO

Os drones podem ser utilizados para produzir vídeos do farol do aeródromo, registrando, ao entardecer, o farol do aeródromo em funcionamento durante um período mínimo contínuo de 60 segundos. Os drones ajudam a produzir imagens a uma distância e com resolução tal que seja possível perceber a(s) cor(es) e a frequência dos *flashes*.

## CAPÍTULO 8: VOANDO COM O DRONE NO AERÓDROMO

### 8.1 PILOTO REMOTO DE AERÓDROMO



Figura 90. Operação de drone Aeroporto de Vitória (SBVT).

O piloto remoto em aeródromo é o piloto designado pelo operador do aeródromo ou por empresa contratada pelo operador do aeródromo para conduzir voos no aeródromo e seu entorno com as responsabilidades essenciais pela operação da aeronave não tripulada.

Além do curso de pilotagem de drones, o piloto remoto que vai operar o drone em aeródromo deve receber treinamento específico que aborde:

- a) Possíveis riscos dos voos de drones para a navegação aérea;
- b) Conhecimento acerca das legislações pertinentes ao uso do espaço aéreo, principalmente quanto às restrições de voo de drones nas áreas no entorno de aeródromos;
- c) Regras de acesso e permanência na área de manobras e condução de veículos na área operacional;
- d) Uso adequado de fraseologia;
- e) Conhecimento dos procedimentos descritos no AISO/PESO.

Além disso, recomenda-se que o piloto remoto tenha comprovada experiência em comunicação via rádio e, se possível, curso de formação em SGSO.

## 8.2 DESCRIÇÃO DAS AERONAVES NÃO TRIPULADAS

O operador do aeródromo deve estabelecer em Acordo Operacional com o órgão ATS a descrição das aeronaves não tripuladas que serão utilizadas nas operações (marcas, modelos, certificados e link C2), conforme exemplo abaixo:

Modelo empregado principal: XXX XXXX XXX, Cadastro Certidão ANAC XXXXXX, Apólice seguro RETA XXXXXX, Faixa de Frequência X,XXX - X,XXX GHz e 5,725 - 5,850 GHz;

Modelo empregado alternativo: XXX XXXX XXX, Cadastro certidão ANAC XX-XXXXXXX, Apólice seguro RETA: XXXXX.XXXXXX/XXXX-XX; Faixa de Frequência TS (MHz) 2.403,5 a 2.477,5; e Potência Máxima de Saída: (W) 0,744

## 8.3 PERSONALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

A identificação única dos drones é importante para diferenciar os equipamentos de responsabilidade do operador do aeródromo de possíveis invasões por drones de terceiros que venham a ocorrer no sítio aeroportuário ou proximidades (interferência externa).

Na internet, há diversas empresas que realizam o trabalho de confecção de *skin* personalizada. Também é possível encontrar *templates* dos mais diversos tipos de drones comerciais disponíveis gratuitamente (Figuras 91 e 92).

O aeroporto de Porto Alegre adotou a padronização amarela com zebrado em preto, semelhante ao utilizado nas viaturas operacionais que circulam na área de manobras (Figura 93, 94 e 95). A coloração e o padrão diferenciado facilitam a identificação do drone a longas distâncias e o diferenciam dos demais drones. Além da coloração, podem ser inseridas informações sobre o equipamento utilizado, como o código de chamada do drone (RPA-XX), registro de inscrição na ANAC (PP-XXXXXXXXX) e código de homologação da ANATEL.



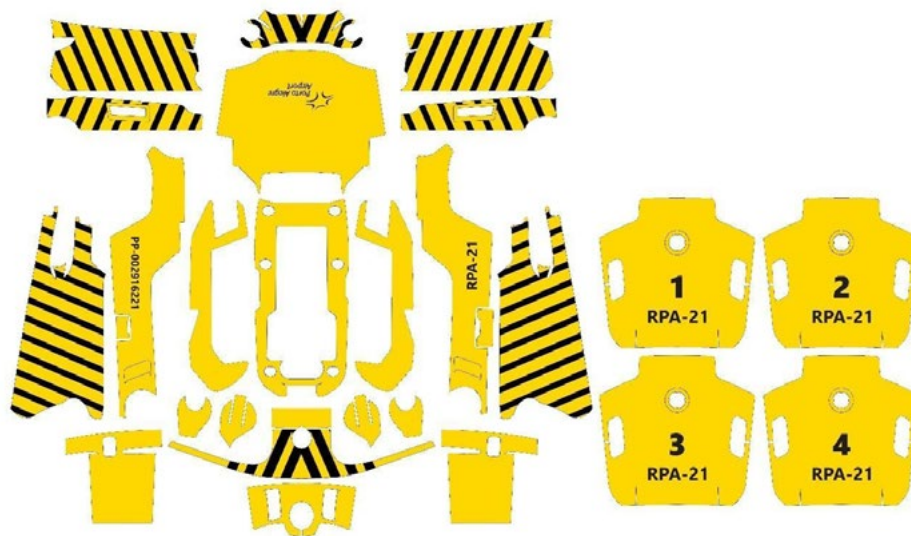


Figura 91. Modelo de skin/template para o drone DJI Mavic Air 2.

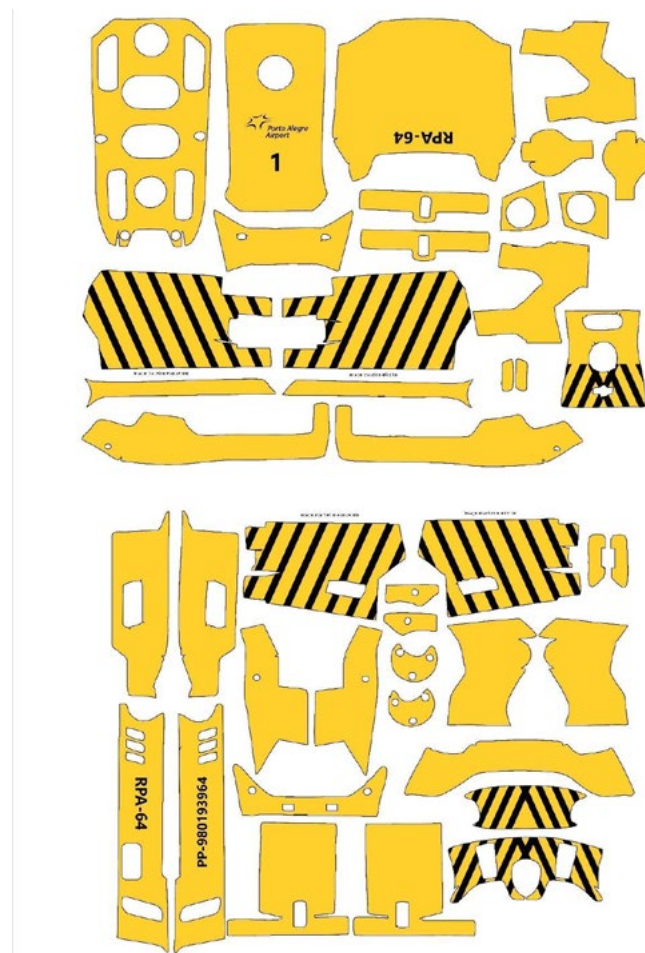


Figura 92. Modelo de skin/template para o drone DJI Mavic 2 Enterprise Advanced.



Figura 93. Drone Mavic Air 2 com *skin* personalizada em voo no Aeroporto de Porto Alegre.



Figura 94. Drones do Porto Alegre Airport (SBPA) com skin personalizada.



Figura 95. Drones do Porto Alegre Airport (SBPA) com skin personalizada.

Alguns cuidados importantes devem ser tomados para garantir a segurança das operações com o uso das *skins* personalizadas:

- Impressão em vinil com película protetora para evitar desgaste com a exposição ao sol;
- Qualidade do adesivo;

- Verificar periodicamente se nenhuma parte do adesivo está descolando e caso seja visualizado algum desgaste, que seja retirada a parte do adesivo com defeito.

## 8.4 CARTA DE ACORDO OPERACIONAL (CAOP)

Uma das barreiras para o uso de aeronaves não tripuladas como ferramenta de apoio por operadores de aeródromos uso privativo e de aeródromos de uso público desprovidos de órgãos de controle de tráfego aéreo é a incerteza de que haverá uma separação segura entre aeronaves tripuladas e não tripuladas.

Em aeródromos providos de órgãos de controle de tráfego aéreo, os procedimentos para operação de aeronaves não tripuladas geralmente estão estabelecidos em Carta de Acordo Operacional (CAOp).

A carta de acordo operacional é um documento que oficializa um acordo entre organizações, estabelecendo normas para a execução de procedimentos de tráfego aéreo.

### 8.4.1 ELABORAÇÃO DA CARTA DE ACORDO OPERACIONAL (CAOP)

Recomenda-se que a elaboração da Carta de Acordo Operacional (CAOp) entre operador do aeródromo e Torre de Controle (TWR) esteja alinhada com a experiência que foi adquirida durante os voos de teste do equipamento dentro do sítio aeroportuário, e após rodadas de reuniões com representantes da TWR. Nesse sentido, recomenda-se que o documento seja elaborado somente após a aquisição do equipamento e a realização de voos de teste dentro do sítio aeroportuário.

É importante considerar que uma Carta de Acordo Operacional (CAOp) que estabelece procedimentos muito rígidos pode inviabilizar a operação do equipamento dentro do sítio aeroportuário.

### 8.4.2 ATUALIZAÇÃO DA CARTA DE ACORDO OPERACIONAL (CAOP)

Para que os pilotos remotos que operam o equipamento mantenham um nível satisfatório de proficiência na pilotagem dentro do sítio aeroportuário, recomenda-se que o operador do aeródromo coordene voos periódicos e realize reuniões com o órgão ATS para verificar se há necessidade de promover atualizações nos procedimentos estabelecidos na Carta de Acordo Operacional (CAOp).

Caso haja atualização na regulação, novos procedimentos podem ser adotados, flexibilizando ou não a operação do equipamento.



## 8.5 ANÁLISE DE IMPACTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL (AISO/PESO)

O voo de aeronaves não tripuladas em áreas operacionais de aeródromos pode ocasionar perigo para as operações, devido à possibilidade de colisão de aeronave não tripulada com aeronave tripulada em área de manobras em procedimento de táxi, aproximação e decolagem, podendo ter como consequências danos estruturais a aeronaves, equipamentos e lesões a pessoas. Para mitigar os riscos, deverá ser elaborada Análise de Impacto de Segurança Operacional (AISO) em conjunto com o órgão ATS.

A análise de Impacto deve estabelecer as características das aeronaves, o croqui das áreas do aeródromo onde ocorrerão as operações e as possíveis ações mitigadoras a serem adotadas pelo operador do aeródromo e pelo órgão ATS para garantir a separação entre o drone e aeronaves tripuladas e o drone e pessoas não anuentes.

Caso o operador do aeródromo realize voos noturnos, os drones devem possuir luzes de navegação conforme descrição da ICA 100-12 (Regras do Ar).

## 8.6 PLANEJAMENTO DE VOO

O operador do aeródromo deve manter atualizados os dados de cadastro junto ao Sistema SARPAS NG e manter um banco de dados local com todas as análises e autorizações emitidas.

O piloto remoto deve possuir ferramentas que permitam a verificação de informações de precipitação, incidência de raios e velocidade de vento e ser capaz de avaliar adequadamente a capacidade de resistência do drone em relação a ventos e precipitação. Caso não possua estes equipamentos, em certos cenários, as condições meteorológicas devem ser solicitadas à TWR.

O operador do aeródromo deve avaliar se será necessário emitir um NOTAM recorrente, como no exemplo a seguir:



Figura 96. Exemplo de NOTAM emitido para divulgação de voo de drone.

### 8.6.1 DRONES E METEOROLOGIA

Recomenda-se que o uso do drone como ferramenta de apoio pelo operador do aeródromo seja realizado sob condições meteorológicas visuais (VMC), inclusive no período noturno. O operador do aeródromo deve planejar os voos, evitando que ocorrências de raios, ventos fortes, rajadas de vento ou chuva possam comprometer a segurança da operação. Devem ser considerados os parâmetros meteorológicos contidos no manual do drone emitido pelo fabricante.



Figura 97. Exemplo de atividade não recomendada no ambiente aeroportuário, a não ser que o perfil do equipamento seja compatível com voo em condições meteorológicas adversas.



Figura 98. Exemplo de atividade não recomendada no ambiente aeroportuário, a não ser que o perfil do equipamento seja compatível com voo em condições meteorológicas adversas.

#### 8.6.6.1.1 LIMITES OPERACIONAIS PARA VOOS COM VENTOS FORTES OU VARIÁVEIS

Durante o planejamento do voo, devem ser consideradas as informações meteorológicas disponíveis no aeródromo. O piloto remoto deve considerar que, em condições de baixa temperatura ou sob ventos fortes, pode ser verificada uma perda de carga da bateria do equipamento de forma mais rápida. Por outro lado, temperaturas elevadas podem ocasionar o desgaste da bateria e dos componentes eletrônicos do equipamento. Isto porque o ar menos denso gera menos sustentação, o que faz com que o motor precise trabalhar mais para alcançar o mesmo desempenho.

Embora alguns equipamentos estejam certificados para voar sob condições de ventos mais fortes, recomenda-se que os voos não sejam realizados dentro do sítio aeroportuário se a velocidade do vento for igual ou maior do que 20 kt.

Em regiões em que ventos mais fortes são frequentes, o voo de drones pode se tornar potencialmente perigoso, pois em condições de rajadas de vento e de cortante de vento, a correção na pilotagem do drone pode não ser suficiente para garantir a segurança da operação.

Cada drone tem uma tolerância a ventos fortes, que é informada pelo fabricante. Voar fora dos limites de tolerância pode ocasionar problemas de navegação, pois o equipamento pode não ter força para

vencer a resistência do vento ou pode adquirir velocidades extremas muito rapidamente, deslocando para áreas não autorizadas de voo ou perdendo o controle total da aeronave.

Caso a velocidade do vento ultrapasse 15kt (aproximadamente 32 km/h), o piloto remoto poderá enfrentar dificuldades para controlar a navegação do equipamento, podendo ocasionar risco de colisão com pessoas, aeronaves ou obstáculos. Acima dessa velocidade, o nível de resistência do equipamento aos efeitos do vento vai variar de acordo com o tamanho das hélices, giro do motor e peso do equipamento.

É possível a utilização de sensores de medição de velocidade que podem ser instalados em drones de asa fixa. No caso de drones multirrotores, a instalação destes sensores torna-se um pouco mais difícil, pois o sensor deve ser fixado em um local que não sofra a influência do vento das próprias hélices do drone.

Realizar operação de drones em condição de ventos fortes requer muita prática, paciência e preocupação com a reposição das cargas de bateria. É o que acontece, por exemplo, quando o piloto remoto decide voar em altura superior à permitida pelo manual do equipamento. Nesta situação, o drone poderá enfrentar dificuldades para vencer a resistência do vento. É importante salientar que, em níveis mais altos, a velocidade do vento pode variar mais rapidamente, devido à diminuição da pressão atmosférica, o que requer maior cuidado com o parâmetro velocidade do vento, durante a operação.

Outra situação potencialmente perigosa é a operação sob o efeito de vento lateral - quando o vento está no sentido de direção para a lateral do drone. Caso o vento lateral esteja com grande velocidade, o piloto remoto pode ser surpreendido. Nesta situação, o equipamento poderá sair da sua linha de visada e perder o sinal do rádio, entrando em modo *FailSafe*. Se a altura configurada para o retorno não for suficiente, o equipamento poderá colidir com vegetação, auxílios à navegação instalados no aeródromo, edificações ou aeronaves estacionadas no pátio.

Outro cuidado que o piloto remoto precisa ter antes de iniciar o voo dentro do sítio aeroportuário, é conhecer a direção do vento para que o planejamento da operação esteja compatível com a autonomia da bateria do equipamento. Se a operação for iniciada a favor da direção do vento e o voo do trecho de retorno para a base for realizado contra a direção do vento, certamente haverá maior utilização da bateria no trecho de retorno. Este detalhe deve ser levado em consideração no momento do planejamento da operação.

Também é essencial que o piloto remoto conheça todos os limites de autonomia do seu equipamento para evitar descidas com velocidade muito elevada, o que pode potencializar o gradiente do vento e ocasionar risco de colisão com solo, edificações, pessoas ou aeronaves.



Situação 4	Ventos acima de X nós no local da operação
Probabilidade de ocorrência (vide item 4.1.2 desta IS)	4 (Ocasional).
Severidade da ocorrência (vide item 4.1.3 desta IS)	A (Catastrófico). Destruição da aeronave e/ou possíveis danos à linha de transmissão em caso de colisão.*
Risco (vide item 4.1.4 desta IS)	4A
Tolerabilidade (vide item 4.1.5 desta IS)	Risco extremo
Nível hierárquico de autorização da operação	Presidente da empresa
<b>Medidas de mitigação do risco</b>	<b>Interrupção da operação até que o vento fique abaixo de X nós. Caso se decida operar nestas condições, é requerida a aprovação do nível hierárquico mais alto da empresa (presidente).</b>

\* Embora não haja identificado na situação 4 um risco imediato a pessoas, é discrição do operador agravar a severidade com o fim de proteger os seus bens materiais ou os de terceiros. Desse modo, ele pode classificar como “catastrófica” a severidade onde outros, por não identificarem danos imediatos a pessoas, poderiam optar por classificar como “pequeno”, “significativo” ou “crítico”.

Figura 99. Exemplo de avaliação de risco operacional.

Para mitigar o perigo dos ventos de rajada, ventos laterais ou cortantes de vento durante a operação de drone, é fundamental considerar os dados de vento para a superfície, durante o planejamento do voo. Além de utilizar as informações da estação meteorológica do aeroporto, o piloto remoto pode consultar páginas da internet que fornecem essa informação em tempo real e a tendência para as próximas horas da direção e da velocidade do vento na superfície.

Se o voo for realizado próximo de áreas que possuem grandes edifícios, abrigos artificiais ou obstruções naturais, como árvores de grande porte, é necessário ter atenção redobrada. Os obstáculos no solo afetam o fluxo de vento. Por este motivo, recomenda-se, antes de iniciar a operação nesses locais, conhecer os diferentes padrões de vento da localidade.

Mais informações sobre voo de drones sob condições meteorológicas adversas podem ser consultadas em <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/meteorologia-aeronautica/assuntos-relacionados/drones-e-a-meteorologia#rajadas>

#### 8.6.1.2 LIMITES OPERACIONAIS PARA VOOS SOB CONDIÇÃO DE CHUVA OU CHUVISCO

Alguns equipamentos são certificados para voar sob condição de chuva ou chuveiro. Entretanto, é importante redobrar a atenção sob essas condições. Voar durante a ocorrência de chuvas pode causar a inutilização do equipamento, pois a maioria dos drones não são impermeáveis ou resistentes à água. A água da chuva, mesmo em condição de chuva leve, pode entrar em contato com as baterias quentes e os motores e ocasionar panes nos sistemas eletrônicos.

Além disso, essa condição meteorológica pode ocasionar maior dificuldade para operação de drones que utilizam câmeras para estabilidade e navegação, pois a chuva pode reduzir o contraste necessário para a câmera discernir o movimento.

A água da chuva pode ocasionar a degradação do desempenho do enlace de comando e controle, podendo resultar em uma significativa redução do alcance rádio. Além disso, o excesso de umidade pode ocasionar falhas temporárias no equipamento.

Outro perigo que pode ser enfrentado durante a operação de um drone sob condição de chuva é a dificuldade de visualização do drone seja por um observador/piloto remoto – algo crítico em operações VLOS – ou por outra aeronave. A água da chuva também pode reduzir bastante a visualização da câmera frontal – em aeronaves equipadas com este equipamento.

Se a chuva tiver início durante a operação, é altamente recomendável interromper o voo e secar as partes do equipamento que estão molhadas.

Uma maneira de evitar o risco ocasionado pelas chuvas para o voo de drones é consultar as informações meteorológicas disponíveis no aeródromo antes de iniciar a operação e analisar os últimos boletins meteorológicos e a previsão do tempo. Tal planejamento exige uma adequada antecipação ao horário de decolagem do equipamento.

Outro aspecto a ser considerado é a possibilidade de variação de condições meteorológicas de acordo com a região do sítio aeroportuário. Em sítios aeroportuários com áreas extensas, podem ser verificadas condições meteorológicas diferentes em diferentes setores do sistema de pistas. Se o piloto remoto não estiver atento a essa possibilidade, pode iniciar o voo em boas condições meteorológicas e ser surpreendido durante o voo por chuvas, ventos fortes ou restrição de visibilidade.

### 8.6.2 CHECK PRÉ-VOO

Antes de iniciar o voo em área operacional de aeródromo, é importante que o piloto remoto verifique se os seguintes itens estão funcionando adequadamente ou com carga de bateria suficiente:

- Bateria do controle: A checagem da bateria do controle é primordial antes do deslocamento até a área de voo. A depender da atividade a ser realizada, não é recomendado voar com menos de 50% de carga de bateria no controle;
- Baterias do drone: Atualmente as baterias do drone são inteligentes, e quando fora de uso, reduzem seu nível automaticamente para aumentar a vida útil. A verificação das cargas e quantidade de baterias deve ser realizada previamente. Missões mais longas e complexas utilizam maior número de baterias, o que pode demandar grande tempo de carregamento, inviabilizando a atividade;

- **Rádio Comunicador:** O rádio comunicador é elemento essencial para a operação de drone em um aeródromo. A utilização de um rádio ou bateria extra é altamente recomendado. É importante realizar um teste de funcionamento do rádio antes de iniciar a operação do drone no aeroporto.

A verificação de alguns parâmetros antes do momento da decolagem é fundamental para a execução segura da operação. Após ligar o equipamento, certifique-se:

- **Sistema de posicionamento por satélite:** antes da decolagem verifique se o número de satélites está conforme;
- **Sistema de retorno automático ao ponto de partida em caso de perda de sinal (RTH):** a altura do RTH deve ser condizente com a infraestrutura do aeródromo. Ajuste a altura de RTH sempre acima da maior estrutura dentro do sítio aeroportuário, respeitando a altura máxima definida no SARPAS e CAO<sub>p</sub>.

Recomenda-se que antes de iniciar o voo dentro do sítio aeroportuário, o piloto remoto verifique se o motor do equipamento está funcionando adequadamente. Isso pode ser feito através do acionamento do motor e subida do drone até uma altura de aproximadamente 4 m, onde será possível realizar o *check* de comandos básicos de pilotagem. Deve ser avaliado o momento mais adequado para realizar esta checagem. Tal procedimento não deve ser muito prolongado para não comprometer a autonomia da bateria do drone.

A gravação das imagens deve ser considerada um recurso relevante durante a verificação do equipamento antes do voo. Isso porque o registro e armazenamento das imagens coletadas pelo drone por um período de tempo determinado (por exemplo por até 6 meses) garante que o operador do aeródromo conseguirá comprovar como a missão foi realizada, quais imagens foram coletadas e principalmente qual percurso foi executado pelo equipamento. Isso é especialmente relevante, se surgir a necessidade de contestar eventuais denúncias de invasão de direito de privacidade por cidadãos que residem no entorno do aeródromo ou de voo irregular do drone feitas por pilotos de aeronaves tripuladas. A gravação das imagens também pode ajudar o operador do aeródromo durante o processo de investigação de acidentes ou incidentes com o drone.

### 8.6.3 INSPEÇÃO PRÉ-VOO DE F.O.(D)

Recomenda-se que antes de iniciar voo do drone, o piloto remoto faça uma varredura visual da área no entorno do equipamento para verificar se existem detritos e outras substâncias que possam ser lançados pelo jato proveniente das hélices do drone, ou se existem antenas ou obstáculos que possam obstruir a subida durante o voo do equipamento.

Existem acessórios conhecidos como *drone landing pad* que podem ser utilizados durante o pouso e a decolagem dos drones. Em algumas situações, o tapete dos veículos operacionais pode ser usado como base para pousos e decolagens.



Figura 100. Modelo de landing pad utilizado no Porto Alegre Airport (SBPA).



## 8.7 COMUNICAÇÃO COM O ÓRGÃO ATS

A comunicação primária entre o piloto remoto e o órgão ATS deve ser realizada via equipamento de rádio.

Recomenda-se que sejam definidos previamente meios secundários de comunicação, em caso de falha de equipamento rádio.

Em caso de falha da comunicação principal e secundária ou caso o equipamento apresente falhas, a operação deverá ser cancelada de imediato pelo operador de drone, que irá manter o equipamento em solo. Poderá ser necessário pousar o drone no ponto RTH planejado.

O piloto de drone deverá fazer contato com o órgão ATS previamente a hora proposta de decolagem, manifestando a intenção do voo e informando o tempo de voo, posição na área de movimento do aeródromo e as atividades que serão realizadas.

Durante a comunicação com o órgão ATS, o piloto do drone deve utilizar códigos de chamada para identificar a aeronave não tripulada e informar sua posição na área de movimento do aeródromo, a área onde realizará o voo e o tempo estimado do voo e o término da operação.

Recomenda-se que a Carta de Acordo Operacional (CAOp) estabeleça a fraseologia padrão para a comunicação entre piloto remoto e a Torre de Controle (TWR).

Abaixo, apresenta-se um exemplo de fraseologia a ser usada pelo piloto remoto para a comunicação com a TWR do aeródromo:

Piloto remoto: TWR STOP, RPA 34.

TWR STOP: RPA 34, TWR STOP.

Piloto remoto: RPA 34 posicionado no Pátio VIP na posição 1, aguardando instruções para a decolagem de RPA para realização de sobrevoo de aproximadamente 5 minutos sobre o eixo da TWY S e retorno à posição 1.

**NOTA:** Conforme mencionado no item 8.3, a experiência da Fraport Brasil demonstrou que utilizar drones pintados com cores que causam maior contraste, como por exemplo a cor amarela (Figura 95), facilita a visualização da trajetória percorrida pelo drone na área de movimento pelo piloto remoto e pelos controladores de voo, o que pode contribuir para reduzir o risco da operação. Um outro benefício da utilização de uma “cor de contraste” é permitir a diferenciação do drone utilizado pelo operador do aeródromo em relação aos drones que são operados por pessoas físicas ou entidades externas ao sítio aeroportuário. Há relatos de situações em que, por falhas de comunicação, pilotos de aeronaves tripuladas ou controladores de voo reportaram interferência externa por drones que estavam sendo utilizados pelo operador do aeródromo como ferramenta de apoio. Nessas situações, a caracterização do drone do operador do aeródromo com uma “cor de contraste” poderia ter facilitado a sua identificação pelos controladores de voo.

O reporte de interferência externa por drones que estão sendo utilizados pelo operador do aeródromo como ferramenta de apoio pode ocorrer também em situações em que o equipamento é utilizado para monitoramento de cerca operacional/patrimonial. Os moradores da comunidade local, por considerarem que tais voos não estão autorizados pelo operador do aeródromo, podem realizar denúncia entrando em contato com o aeroporto ou acionando forças policiais. Para evitar essas situações, é recomendável o operador do aeródromo faça previamente a coordenação do voo com o órgão ATS local, ainda que para o monitoramento da cerca operacional/patrimonial não seja necessária a comunicação com a TWR.

## 8.8 CARACTERÍSTICAS DA OPERAÇÃO

O piloto do drone deve estar atento à aproximação de aeronaves tripuladas e seguir as ações estabelecidas no Acordo Operacional (CAOp) e Análise de Impacto de Segurança Operacional (AISO), quanto às restrições de operação simultânea no aeródromo para o voo de drones e aeronaves pilotadas.

Recomenda-se que a operação com drone esteja limitada aos parâmetros definidos na autorização SARPAS. Comumente, a operação com drone está limitada a 120 metros de altura ou 400ft e velocidade máxima de 60 km/h. É importante que seja definido um raio aproximado a partir do eixo da pista de pouso e decolagem em que o voo do drone poderá ser autorizado. O piloto remoto deve evitar posicionar o drone em situação de sombra e evitar que haja obstáculos entre o drone e o operador.

É possível que seja definido em Carta de Acordo Operacional (CAOp) um limite de altura inferior ao estabelecido na regulamentação para o voo de drone sobre a pista de pouso e decolagem. Por exemplo, um limite de altura de apenas 30 m sobre a pista de pouso e decolagem.

Devido à alta resolução das imagens produzidas pela câmera do equipamento, nem sempre será necessário subir o drone a uma altura maior do que 15 ou 20 m sobre a pista de pouso e decolagem para coletar as imagens. Se o piloto decidir voar o drone mais baixo, pode ser necessário reduzir a velocidade.

Vale ressaltar que quanto menor a altura do voo e maior distância entre o operador e o drone, maior é o risco de perda de enlace ou de comunicação com o equipamento dentro do sítio aeroportuário. É importante considerar também que o voo a baixa altura pode aumentar o risco de colisão com antenas dos auxílios à navegação aérea instalados na área gramada.

É importante que o piloto remoto consiga monitorar a aeronave durante todo o voo e ter a possibilidade de comandar a função *Return To Home* (RTH) ou a terminação do voo. Para qualquer local que seja escolhido como ponto de decolagem, é recomendável que o piloto remoto seja capaz de pousar o drone de forma segura até 30 segundos após a solicitação do órgão ATS local.

Dentro do sítio aeroportuário, os voos automáticos e a ferramenta “*waypoints*” são recursos importantes que podem otimizar o trabalho e melhorar a qualidade do monitoramento. Além de mitigar os riscos ocasionados por erros de pilotagem e garantir que pontos específicos considerados sensíveis sejam verificados em todas as inspeções, os voos automáticos podem ocasionar uma redução da quantidade de interações durante a comunicação entre piloto remoto e o controlador de voo, reduzindo assim a carga de trabalho de ambos. Entretanto, o operador do aeródromo deve avaliar o risco da realização de voos automáticos, especialmente quanto ao perigo de perda de enlace ou de comunicação com o equipamento, estabelecendo procedimentos específicos para esse tipo de voo na Carta de Acordo Operacional (CAOp). Outro cuidado a ser tomado durante os voos automáticos em aeródromos é atentar para o risco de o equipamento cruzar o sistema de pistas e pistas de táxi, quando for acionada a função RTH (*Return to Home*).



Figura 101. Exemplo de voo automatizado durante a inspeção na pista 02/20 do aeroporto de Vitória (SBVT).



Figura 102. Exemplo de voo automatizado para inspeção na pista 06/24 do aeroporto de Vitória (SBVT).





Figura 103. Exemplo de voo automatizado para inspeção na pista 14/32 do aeroporto de Florianópolis (SBFL).

Recomenda-se que piloto remoto avalie a necessidade de realização de manobras de pilotagem para a tomada de imagens. Voos retos e com poucas manobras geralmente oferecem maior segurança durante a operação dentro do sítio aeroportuário. Manobras como “asteroide” ou “8”, muito utilizadas para a tomada de imagens para outras aplicações podem não ser úteis para aplicação do drone no ambiente aeroportuário, representando muitas vezes um risco desnecessário, podendo causar não intencionalmente a queda da aeronave.

O piloto remoto deve ficar atento ao perigo de *jetblast* ocasionado pelo motor das aeronaves tripuladas que estão localizadas no aeródromo, procurando sempre manter uma distância de segurança em relação às aeronaves tripuladas.

Recomenda-se, quando possível, evitar os voos com drone sobre as aeronaves que estão estacionadas no pátio e sobre os caminhões tanque abastecedores.



Figura 104. Imagem do Youtube de voo de drone sobre aeronaves estacionadas no pátio. Não recomendado.



Figura 105. Imagem do Youtube de voo de drone sobre aeronaves estacionadas no pátio. Não recomendado.



Figura 106. Imagem do Youtube de voo de drone em aeródromo sobre aeronaves tripuladas em voo.

Não recomendado. Conduta passível de sanção administrativa, cível e criminal.

Vale ressaltar que o voo não autorizado de drones próximo de aeronaves tripuladas em voo, além de ocasionar a responsabilização administrativa pode repercutir também na esfera criminal. Isso porque de acordo com o Artigo 35 da Lei de Contravenções Penais constitui contravenção pilotar aeronave fora da zona que a lei permite ou fazer descer uma aeronave fora dos lugares que foram destinados a este fim. Além disso, o artigo 261 do Código Penal estabelece uma pena de 2 a 5 anos de reclusão para quem expõe a perigo uma aeronave ou pratica qualquer ato que tende a impedir ou dificultar a navegação aérea. De acordo com o artigo 290 do Código Brasileiro de Aeronáutica, a autoridade aeronáutica pode requisitar apoio da força policial para obter a detenção tanto do piloto quanto da aeronave não tripulada que esteja colocando em risco as operações de um aeródromo.

Para realizar com segurança um voo com drone sobre o sistema de pistas e pistas de táxi, o piloto remoto deve sempre estar atento e em comunicação constante com o órgão ATS, para que seja evitado o perigo de interferência sobre a trajetória de pouso e de decolagem de aeronaves.

Mesmo após receber autorização do órgão ATS local para subir o drone, o piloto remoto e o observador devem sempre considerar a possibilidade de uma aeronave tripulada, por exemplo um helicóptero, realizar uma manobra ou movimentação em local não autorizado pela TWR. Para mitigar esse perigo, piloto remoto e observador devem, durante todo o voo, estar atentos ao tráfego aéreo local e manter comunicação bilateral com a TWR. Pode ser necessário pousar a aeronave tripulada ou voar o drone para uma área segura, após contato visual ou sonoro com aeronave tripulada.



Outro cuidado a ser tomado é evitar voar com drones sobre passageiros que estão transitando nas vias de pedestres no pátio de aeronaves. Caso seja necessário sobrevoar o pátio, é recomendável atentar para o distanciamento mínimo estabelecido no conceito de “área distante de terceiros”, mencionado na seção “definições importantes” deste manual.

Deve-se evitar o sobrevoos de áreas povoadas e pessoas não anuentes, assim como o voo a menos de 30 (trinta) metros horizontais de qualquer edificação que não pertença à infraestrutura do aeroporto onde a atividade está sendo realizada, a menos que haja uma barreira mecânica suficientemente forte para isolar e proteger a edificação ou as pessoas não envolvidas e não anuentes, na eventualidade de um acidente.

Pode ser necessário definir pontos específicos na área operacional onde serão realizados os pousos e decolagens do drone, conforme mostrado na figura abaixo.



Figura 107. Pontos específicos de pouso e decolagem no BH Airport (SBCF).

Recomenda-se que todos os voos de drones em área operacional de aeródromos sejam realizados sob as regras de uma operação VLOS, através do contato visual direto com o drone ou do auxílio de observadores de drone, para que o piloto remoto consiga conduzir o voo mantendo as separações com outras aeronaves, evitando colisões com aeronaves e obstáculos.

Alguns operadores de aeródromo utilizam 3 funcionários para a realização dos voos com drone em aeródromos: 1 piloto remoto, 1 piloto remoto na função de observador do drone e 1 funcionário encarregado de fazer a comunicação com a TWR. Assim, caso seja necessário substituir rapidamente o piloto remoto, haverá um funcionário pronto para assumir os controles da pilotagem do drone, sem oferecer risco à operação.





Figura 108. Observador de drone no Aeroporto de Vitória (SBVT).

O piloto e observador envolvidos na operação da aeronave não tripulada devem permanecer fora da área protegida.

Recomenda-se que o piloto remoto e o observador não fiquem posicionados na via do SCI, para não obstruir a passagem dos Caminhões de Bombeiro de Aeródromo, caso haja uma emergência.

A operação de drone deverá ser encerrada na ocorrência de aeronave em condição de urgência e/ou emergência.

## 8.9 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE EMERGÊNCIA

O piloto remoto deve conhecer os procedimentos do manual do equipamento a serem adotados em caso de emergências durante o voo.

As emergências mais comuns são a bateria fraca e a perda de enlace ou de comunicação.

A perda do enlace em drones, pode ocorrer por diversos motivos, geralmente relacionados a problemas de sinal, interferência ou limitações do equipamento. Uma das causas mais comuns é a interferência eletromagnética, que pode vir de antenas, torres de comunicação, radares ou até outros drones na área. Esses sinais podem atrapalhar a comunicação entre o drone e a estação de controle, resultando em perda de comando ou dados.

Outro fator importante são os obstáculos físicos. Quando o drone voa atrás de prédios, montanhas ou mesmo árvores densas, o sinal de rádio pode ser bloqueado ou refletido, dificultando a comunicação. Voar muito longe da estação de controle também é uma causa frequente de perda do enlace. Cada sistema tem um alcance máximo, e ao ultrapassar esse limite, o sinal pode se tornar fraco demais para manter o controle da aeronave.

Em áreas urbanas, um problema adicional é a saturação de frequência. Muitos drones operam nas mesmas bandas de Wi-Fi (como 2.4 GHz e 5.8 GHz), e em locais com muitos dispositivos conectados, pode haver competição por espaço no espectro, o que leva à perda de qualidade do sinal.

As condições climáticas também influenciam. Chuvas fortes, tempestades, neve e até poeira em suspensão podem afetar o sinal, principalmente em frequências mais altas. Além disso, falhas de hardware ou software podem causar perda do enlace. Antenas danificadas, conectores frouxos, falhas na bateria ou travamentos no sistema de controle podem interromper a comunicação.

Outro ponto importante é a orientação da antena. Em sistemas com antenas direcionais, se o drone mudar de direção rapidamente ou fizer manobras mais agressivas, o sinal pode sair do eixo principal de transmissão e ser perdido.

Por fim, há os ataques intencionais, como o *jamming*, que bloqueia o sinal propositalmente, e o *spoofing*, que engana o drone com sinais falsos. Esses casos são menos comuns, mas representam riscos importantes, principalmente em operações de segurança ou áreas sensíveis.

As ações a serem aplicadas são a terminação de voo e o procedimento *Return to Home* (RTH). Para emergências, recomenda-se que o equipamento tenha dispositivo de segurança capaz de ativar um comportamento de emergência, como por exemplo provocar a subida até uma distância de segurança, estabilizar, manter a posição e, se for o caso, provocar o retorno do equipamento até o ponto de decolagem.

A terminação de voo é um procedimento acionado intencionalmente por comando manual ou automático, com o objetivo de encerrar a operação em emergências, devendo ser conduzido conforme o manual de voo e/ou o manual de operação do equipamento. O plano de terminação de voo deverá ser executado como o último recurso após a constatação de insucesso de todos os procedimentos de contingência ou no caso de outro perigo potencial que requeira a descontinuidade imediata do voo.

O *Return to Home* (RTH) ou *Go to Home* é uma funcionalidade de segurança que faz com que a aeronave retorne automaticamente ao ponto de partida. O drone voa até a altura mínima definida na aplicação, depois retorna ao ponto de partida voando em linha reta e pousa diretamente acima do ponto de partida.

Por ser uma ferramenta de segurança, recomenda-se que a função RTH esteja sempre ativada no equipamento.

### 8.9.1 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE EMERGÊNCIA PARA PREVENIR COLISÕES COM AERONAVES TRIPULADAS, EM CASO DE PERDA DE ENLACE OU DE COMUNICAÇÃO

Recomenda-se que a Carta de Acordo Operacional (CAOp) estabeleça procedimentos específicos de emergência para prevenir colisões com aeronaves tripuladas, caso os voos dos drones ocorram simultaneamente com os voos de aeronaves tripuladas de asa fixa ou de asa rotativa. Isto porque, muitas vezes, o procedimento de emergência automático ou procedimento previsto no manual do equipamento podem não ser suficientes para evitar colisão com aeronaves tripuladas.

Durante o voo, o piloto remoto deve procurar manter sempre contato visual com órgão ATS e conhecer o sistema de sinais luminosos a serem utilizados em caso da ausência ou falha das frequências de radiocomunicação com o órgão ATS.

Caso haja algum incidente com perda do enlace de comando e controle do drone ao operar na área de movimento do aeródromo, recomenda-se que os próximos voos do equipamento sejam suspensos, até que se determine a causa da ocorrência e que ela seja solucionada.

Com finalidade de identificar oportunidades de melhoria de procedimentos e mitigar o risco de colisão, é importante que o operador do aeródromo registre dia, horário, local da área de movimento e informações detalhadas dos eventos que resultaram em acionamento da terminação de voo, queda descontrolada do equipamento ou pouso fora de zona designada.

## 8.10 TRANSMISSÃO DA INSPEÇÃO DO DRONE EM TEMPO REAL

Uma das vantagens do uso do drone para o monitoramento do sítio aeroportuário é a possibilidade de transmissão de imagens em tempo real.

Com o objetivo de verificar se o drone era capaz de, em curto espaço de tempo, coletar e transmitir imagens de pontos distantes entre si no sítio aeroportuário, com precisão de localização e riqueza de detalhes, um inspetor da GTOPI/ANAC propôs à BH Airport a realização de um teste no Aeroporto de Confins/MG. Através de um link de transmissão on-line fornecido pela BH Airport, o inspetor acompanhou remotamente o voo do drone e solicitou que o piloto da equipe da BH Airport, em coordenação e comunicação com a TWR-CF, conduzisse o drone até pontos específicos do sítio aeroportuário para coletar imagens desses pontos.

O inspetor da GTOPI/ANAC simulou situações em que o operador do aeródromo poderia ser demandado a realizar verificações da condição da infraestrutura:

- Reporte de possível invasão em um ponto na cerca patrimonial. Foi solicitado que o operador conduzisse o drone até o local para verificar se realmente houve a invasão e se a infraestrutura da cerca permanecia íntegra;
- Reporte de avistamento de fauna próximo à cerca patrimonial. O inspetor da GTOPI/ANAC solicitou que o operador tentasse identificar, através do uso da câmera térmica, se havia presença de fauna no local informado no teste;
- Denúncia de foco atrativo de fauna próximo à obra localizada fora do sítio patrimonial. Foi solicitado que o operador coletasse imagens da obra e verificasse se havia focos atrativos de fauna;
- Denúncia de avistamento de guindaste, ferindo a rampa de aproximação da cabeceira 16. O operador deveria coletar imagens como se estivesse realizando uma inspeção de obstáculos nessa cabeceira;
- Reporte de um piloto de uma aeronave comercial sobre avistamento de um pedaço de borracha na pista de pouso e decolagem próximo à zona de toque da cabeceira 32. Foi solicitada a verificação da localização exata do pedaço de borracha e identificação da existência de outros pedaços de borracha espalhados pelo local;
- Além dessas situações simuladas, o inspetor da GTOPI/ANAC também solicitou a produção de imagens em tempo real de outros elementos da infraestrutura: condição do cone da biruta, condição da vala de drenagem, existência de ninhos em um dos postes de iluminação do pátio de aeronaves, sinalização da posição da espera da pista de táxi A, luzes de balizamento da pista de pouso e decolagem, condição de operacionalidade do PAPI e do farol do aeródromo.



Voando a aproximadamente 23 metros de altura, com velocidade 14,5 metros por segundo, em apenas 20 minutos a equipe da BH Airport conseguiu autorização da TWR-CF para realizar 3 voos e coletou todas as imagens que foram solicitadas pelo inspetor da GTOP/ANAC, voando com o drone para todos os pontos específicos que foram indicados.

A equipe da BH Airport estimou que a mesma atividade que foi proposta pelo inspetor da GTOP/ANAC demandaria um deslocamento de 18,4 km dentro do sítio aeroportuário e levaria em torno de 32 minutos para que fossem coletadas as imagens de todos os pontos que foram solicitados pelo inspetor da ANAC, se tivesse sido realizada utilizando o veículo de inspeção (caminhonete L200). Essa a estimativa não considerou o deslocamento até o local da obra, que certamente demandaria mais tempo ainda.

Além disso, a equipe da BH Airport estimou que a realização desta atividade utilizando o veículo demandaria um consumo de 1,84 litros de combustível a um custo de 11,04 BRL, ocasionado a emissão de 4,93 kg de CO<sub>2</sub>.



Figura 109. Inspeção da biruta do BH Airport (SBCF).



Figura 110. Inspeção de PAPI do BH Airport (SBCF).



Figura 111. Inspeção de luzes de balizamento do BH Airport (SBCF).



Figura 112. Inspeção de vala de drenagem do Airport (SBCF).



Figura 113. Inspeção de obra próximo ao sítio aeroportuário do BH Airport (SBCF).

Um outro teste com transmissão de imagens em tempo real foi realizado no Aeroporto de Vitória/ES (SBVT).

A partir de uma sala no prédio do Centro de Operações do Aeródromo, um inspetor da GTOP/ANAC e um colaborador da equipe de operações da *Zurich Airport* transmitiram, durante o voo, instruções ao piloto remoto para conduzir o drone até pontos específicos do sítio aeroportuário com objetivo de coletar imagens desses pontos.





Figura 114. Sala no prédio do Centro de Operações do Aeródromo (SBVT).

Foi utilizado o mesmo roteiro do teste que havia sido realizado em SBCE.



- Reporte de possível invasão em um ponto na cerca patrimonial. Foi solicitado que o operador conduzisse o drone até o local para verificar se realmente houve a invasão e se a infraestrutura da cerca permanecia íntegra; Mapa de grade: J17 (1)
- Reporte de avistamento de fauna próximo à cerca patrimonial. O inspetor da GTOP/ANAC solicitou que o operador tentasse identificar, através do uso da câmera térmica, se havia presença de fauna no local informado no teste; Mapa de grade: O16 (2)
- Denúncia de foco atrativo de fauna próximo à obra localizada fora do sítio patrimonial. Foi solicitado que o operador coletasse imagens da obra e verificasse se havia focos atrativos de fauna; Mapa de grade: S18 (3)
- Denúncia de avistamento de guindaste, ferindo a rampa de aproximação da cabeceira 02. O operador deveria coletar imagens como se estivesse realizando uma inspeção de obstáculos nessa cabeceira; Mapa de grade: N22 (4)
- Reporte de um piloto de uma aeronave comercial sobre avistamento de um pedaço de borracha na pista de pouso e decolagem próximo à zona de toque da cabeceira 02. Foi solicitada a verificação da localização exata do pedaço de borracha e identificação da existência de outros pedaços de borracha espalhados pelo local N16(5);
- Além dessas situações simuladas, o inspetor da GTOP/ANAC também solicitou a produção de imagens em tempo real de outros elementos da infraestrutura: condição do cone da biruta F15(6), condição da vala de drenagem H15(7), existência de ninhos em um dos postes de iluminação do pátio de aeronaves H10(8), sinalização da posição da espera da pista de táxi C H12(9), luzes de balizamento da pista de pouso e decolagem K7 (10), condição de operacionalidade do PAPI K8 (11) e do farol do aeródromo H8 (12).

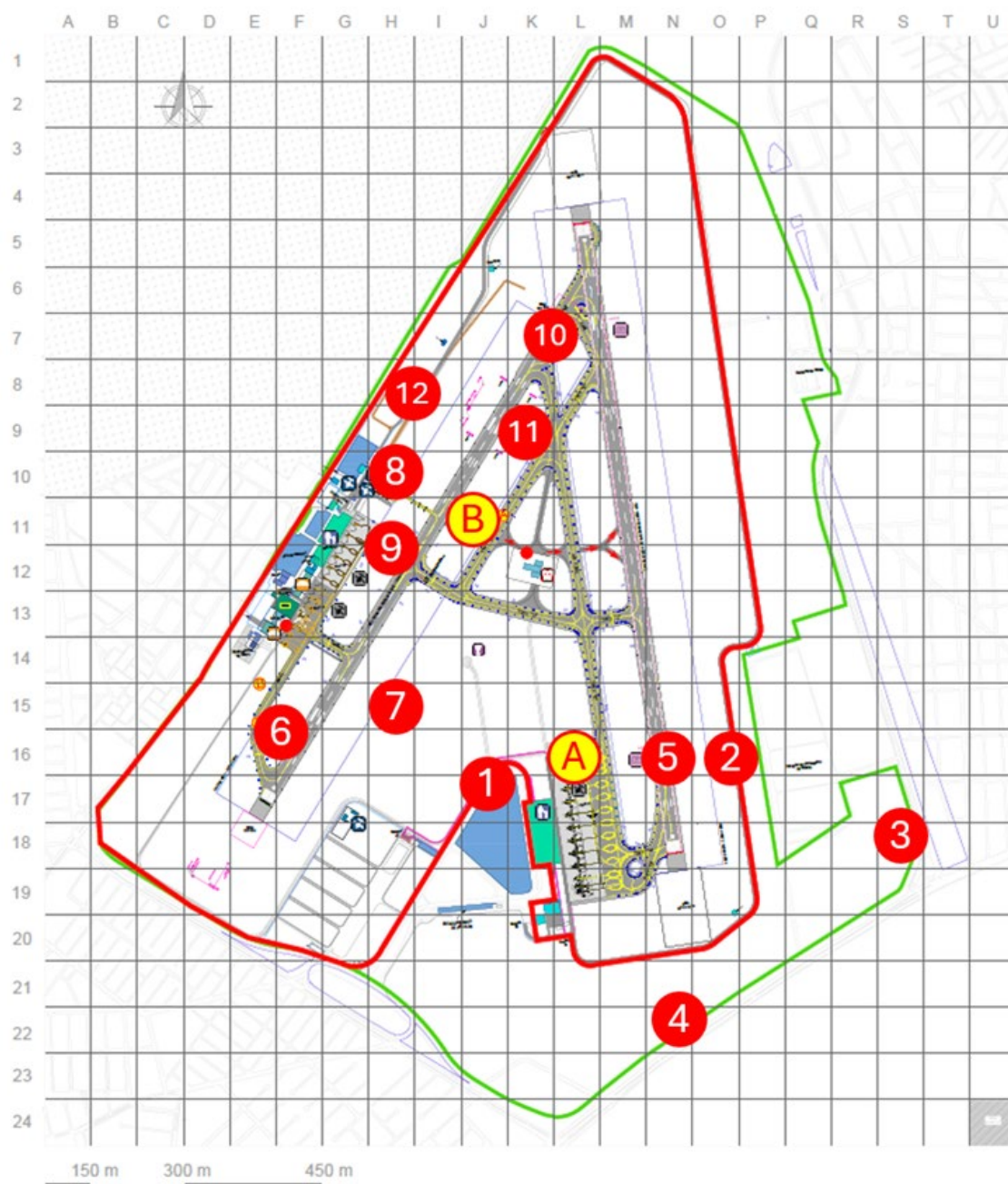


Figura 115. Pontos inspecionados durante o teste (SBVT).

Voando a aproximadamente 30 metros de altura, com velocidade 8 metros por segundo, em apenas 32 minutos a equipe da *Zurich Airport* conseguiu autorização da TWR-VT para realizar 2 voos e coletou todas as imagens que foram solicitadas pelo inspetor da GTO/ANAC, voando com o drone para todos os pontos específicos que foram indicados.

A equipe da *Zurich Airport* estimou que a mesma atividade que foi proposta pelo inspetor da GTOP/ANAC demandaria um deslocamento de 25 km dentro e fora do sítio aeroportuário e levaria em torno de 60 minutos para que fossem coletadas as imagens de todos os pontos que foram solicitados pelo inspetor da ANAC, se tivesse sido realizada utilizando o veículo de inspeção (Op002 – *Duster Oroch*).

Além disso, a equipe da *Zurich Airport* estimou que a realização desta atividade utilizando o veículo demandaria um consumo de 6 litros de combustível a um custo de 30 BRL, ocasionado a emissão de 5,58 kg de CO<sub>2</sub>.



Figura 116. Inspeção da biruta em SBVT.



Figura 117. Inspeção da pista de pouso e decolagem em SBVT.





Figura 118. Inspeção da pista de pouso e decolagem em SBVT.



Figura 119. Inspeção do PAPI em SBVT.



## **CAPÍTULO 9: BOAS PRÁTICAS, EXPERIÊNCIAS E DESAFIOS**

### **9.1. INCLUSÃO DAS ATIVIDADES COM DRONE NO MANUAL DE OPERAÇÕES DO AERÓDROMO (MOPS)**

É importante que os procedimentos adotados com uso de drone estejam contemplados nos capítulos e instruções de trabalho do Manual de Operações do Aeródromo (MOPS) correspondentes a cada atividade em que for utilizado o equipamento. Para evitar redundância de informações, o operador do aeródromo pode referenciar os documentos Análise de Impacto da Segurança Operacional (AISO) e Carta de Acordo Operacional (CAOp) nos capítulos do Manual.

Se o drone é utilizado, por exemplo, para o monitoramento da área de movimento, o operador do aeródromo deve mencionar na Instrução de Trabalho do MOPS sobre monitoramento de área de movimento que utiliza essa ferramenta de apoio e descrever os procedimentos adotados para os voos ou fazer referência aos procedimentos que estão contidos na AISO e na CAOp. Isso também vale para as outras aplicações do drone no sítio aeroportuário, como por exemplo exercícios simulados de resposta à emergência aeroportuária, gerenciamento do risco da fauna, etc.

A inclusão dos procedimentos dos voos de drones no Manual de Operações do Aeródromo (MOPS) representa uma segurança/proteção para o próprio operador do aeródromo pelos seguintes motivos:

- Facilita a resposta a eventuais questionamentos que possam surgir oriundos de entes externos ao sítio aeroportuário (Associação de moradores, empresas, propriedades privadas, Poder Judiciário, Ministério Público, etc);
- Facilita o processo de apuração/investigação em caso de acidentes e incidentes, pois os investigadores poderão avaliar se os procedimentos estabelecidos no corpo do Manual, Instruções de Trabalho, AISO e/ou CAOp foram executados adequadamente. À medida que a exposição ao voo de drones aumenta, a probabilidade de um acidente ou incidente envolvendo um drone no aeroporto também aumenta. Nesse sentido, é importante que sejam utilizados os procedimentos de investigação de ocorrências estabelecidos no MOPS para coletar informações sobre acidentes ou incidentes envolvendo os drones do operador, utilizando os mesmos princípios e metodologias empregados no âmbito do SGSO do aeródromo. Recomenda-se que o MOPS estabeleça procedimentos para registro de cada missão, como data, horário de partida, horário de chegada, tipo de aeronave, etc), bem como quais pilotos remotos e drones estiveram envolvidos nas missões.
- Permite que os procedimentos dos voos de drones sejam considerados nos ciclos de revisão do MOPS e nas ações estratégicas de melhoria contínua do SGSO do Aeródromo.

## 9.2 AEROPORTOS DE REFERÊNCIA

A Fraport Brasil iniciou as suas operações com drones nos aeroportos de Porto Alegre (SBPA) e Fortaleza (SBFZ) em 2019. Inicialmente em Porto Alegre o drone era utilizado especificamente para atividades de monitoramento de fauna e depois passou a ser usado também para outras atividades, como inspeções de pista e acompanhamento de obras. Até a data do fechamento desta edição do manual, a Fraport Brasil já havia realizado mais de 900 voos de drones, totalizando mais de 300 horas nos dois aeroportos em que o equipamento estava sendo utilizado.

Além da Fraport Brasil, outras concessionárias também decidiram investir em treinamento de pilotos remotos e na aquisição de drones para apoiar as atividades aeroportuárias, como a Zurich Airport Brasil, BH Airport e GRU Airport.

## 9.3 SUSTENTABILIDADE

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e o impacto ambiental das atividades humanas têm impulsionado o setor da aviação a adotar políticas e práticas mais sustentáveis. Aeroportos ao redor do mundo estão implementando estratégias para reduzir sua pegada de carbono, melhorar a eficiência energética e promover a mobilidade verde. Nesse contexto, os drones surgem como aliados importantes na busca por operações aeroportuárias mais eficientes, com destaque para a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e a economia de combustível.

Os aeroportos são complexos sistemas logísticos que envolvem grande consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa e geração de resíduos. Uma das principais fontes de impacto ambiental em aeroportos incluem a utilização de veículos para inspeções. Diante disso, medidas como o uso de energias renováveis, veículos elétricos e sistemas inteligentes de gestão têm sido implementadas com o objetivo de mitigar esses impactos. Nesse sentido, os drones têm despontado como uma ferramenta versátil e promissora dentro do esforço de sustentabilidade na operação aeroportuária.

A introdução de drones em operações aeroportuárias pode gerar impactos ambientais positivos, especialmente no que diz respeito à emissão de CO<sub>2</sub>. Dentre os principais benefícios, destacam-se principalmente a substituição de veículos movidos a diesel ou gasolina e a detecção precoce de problemas em pistas ou infraestruturas.

Ao contribuir para a redução de emissões de carbono e proporcionar ganhos operacionais, os drones reforçam o compromisso ambiental dos aeroportos e se alinham com metas globais de descarbonização. A expansão do uso de drones em ambiente aeroportuário pode se tornar um pilar estratégico na construção de aeroportos mais verdes e eficientes.

## CAPÍTULO 10: FUTURO DOS DRONES EM AEROPORTOS

### 10.1 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

#### 10.1.1 INTEGRAÇÃO DE IA E MACHINE LEARNING

A integração de Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning* (ML) no uso de drones em aeroportos é uma realidade na Europa e representa uma revolução significativa na aviação, com o potencial de melhorar a segurança, eficiência e a gestão das operações aeroportuárias. O uso dessas tecnologias está se expandindo em diversas áreas, e a combinação de IA e ML com drones em aeroportos oferece benefícios notáveis.

A IA e o ML são usados para analisar imagens em tempo real e detectar falhas, danos ou sinais de desgaste, permitindo uma resposta mais rápida e a realização de manutenções preventivas.

Algoritmos de ML podem analisar imagens de drones e identificar padrões ou anomalias, como análise de PCI (Figura 121), inoperância de luzes (Figura 120), discrepância das sinalizações horizontais, identificação e localização de F.O.(D) (Figura 122). A IA pode otimizar esse processo ao aprender com dados históricos para prever problemas futuros e sugerir áreas específicas para monitoramento.



Figura 120. Utilização de software e IA para avaliação das luzes de balizamento. Fonte: ITE/Canard.



Figura 121. Utilização de software e IA para avaliação do PCI. Fonte: ITE/Canard.



Figura 122. Utilização de software e IA para identificação de F.O.(D). Fonte: ITE/Canard.



### 10.1.2 DESENVOLVIMENTO DE BATERIAS

As novas tecnologias de baterias para drones estão avançando rapidamente, impulsionadas pela demanda crescente por drones mais eficientes, com maior autonomia e desempenho aprimorado.

Além do aumento da autonomia de voo, com a redução do peso, o desenvolvimento de carregamento sem fio e de tecnologias de carregamento rápido para drones têm atraído atenção, especialmente em operações de drones comerciais em monitoramento de infraestrutura e inspeções. Essas tecnologias podem permitir a recarga rápida de baterias de drones durante as operações, aumentando a eficiência.

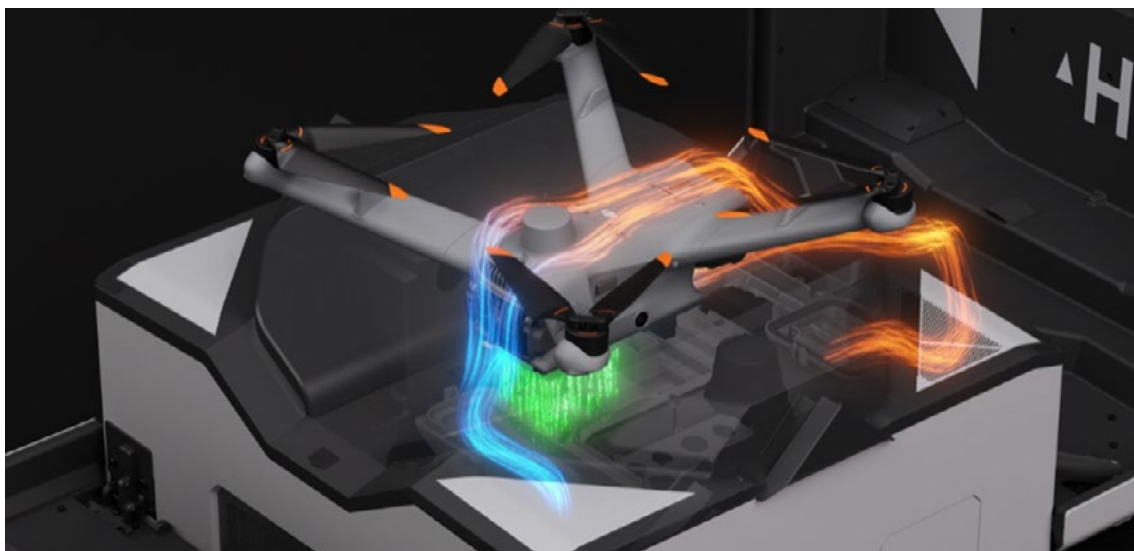


Figura 123. Modelo de carregamento por indução de drones da fabricante DJI.

## 10.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES

### 10.2.1 VOOS DOS DRONES DURANTE TÁXI, POUSOS E DECOLAGENS DE AERONAVES TRIPULADAS

Um dos desafios para o uso mais frequente e efetivo de drones como ferramenta de apoio pelo operador do aeródromo é a possibilidade de operar durante as operações aéreas (táxi, pousos e decolagens de aeronaves tripuladas).

Para facilitar o uso do equipamento no ambiente aeroportuário e tornar a sua aplicação mais efetiva, os SCSO's dos operadores de aeródromo juntamente com os órgãos ATS têm o desafio de construir modelos de análise de risco de segurança operacional que sejam capazes de mitigar o risco de incursão em pista decorrente da presença incorreta da aeronave não tripulada na área protegida da pista de pouso e decolagem de aeronaves e o risco de colisão entre uma aeronave tripulada e uma aeronave não tripulada.

Assim como ocorre com a movimentação de veículos, será necessário elaborar procedimentos específicos que devem ser seguidos por pilotos de drones e pessoal envolvido na atividade, quanto ao posicionamento do drone fora da faixa da pista de táxi, bem como fora da faixa da pista de pouso e decolagem, garantindo que a aeronave não tripulada estará posicionada fora da área protegida, respeitando as distâncias horizontais do eixo das pistas de táxi e do eixo da pista de pouso e decolagem.

Muito provavelmente também será necessário estabelecer procedimentos para solicitação de evasão da aeronave não tripulada da zona de aproximação ou de decolagem de aeronaves tripuladas.



Figura 124. Operação de drone no Aeroporto de Guarulhos (SBGR).



Figura 125. Operação de drone no Aeroporto de Guarulhos (SBGR).



Figura 126. Operação de drone no Aeroporto de Confins (SBCF).

### 10.2.2 REGULAMENTAÇÃO EVOLUTIVA

As alterações recentes na regulação do uso de drones no Brasil têm gerado uma série de desafios, especialmente para operadores de aeródromos que utilizam esses equipamentos em suas atividades rotineiras. Com o aumento do uso de drones para inspeção de pistas, monitoramento perimetral e apoio à logística operacional, uma regulamentação mais rígida pode impor novas barreiras.

A principal mudança que afeta diretamente os operadores de aeródromos está relacionada ao controle do espaço aéreo em zonas consideradas críticas. Com a atualização da Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40 e outras normativas da ANAC e do DECEA, ficou mais exigente o processo para solicitar voos de drones em áreas aeroportuárias. Mesmo que o uso do drone esteja integrado à operação do próprio aeródromo, é necessário obter autorizações formais e seguir protocolos específicos, o que pode gerar atrasos nas atividades cotidianas. O tempo para conseguir essas permissões, aliado à necessidade de cumprir requisitos técnicos e operacionais rigorosos, como o envio de planos de voo e a manutenção de comunicação com os órgãos de controle, impõe uma carga adicional de trabalho e planejamento.

Outro desafio importante está na qualificação dos operadores. Com a exigência de maior conhecimento técnico e legal, aeródromos que não possuem equipes especializadas em operações com drones podem enfrentar dificuldades para adaptar suas rotinas à nova regulamentação. Isso pode significar a necessidade de contratar ou treinar pessoal, investir em equipamentos mais avançados e desenvolver protocolos internos de operação que estejam de acordo com a legislação vigente.



Além disso, há o desafio da tecnologia. Muitos aeródromos de menor porte, principalmente em regiões remotas, utilizam drones mais simples para tarefas básicas de vigilância ou apoio técnico. A exigência de equipamentos com registro na ANAC, homologação pela Anatel, e sistemas de controle de voo mais robustos pode tornar inviável ou economicamente desafiadora a continuidade do uso dessas tecnologias.

Do ponto de vista operacional, há também a preocupação com a sobreposição de responsabilidades. Em emergências, como uma necessidade imediata de inspeção da pista, a necessidade de coordenação entre diversos atores para liberar o voo de um drone pode comprometer a eficiência e a agilidade da operação deste equipamento no aeródromo. Isso gera um dilema entre a necessidade de resposta rápida e o cumprimento rigoroso da norma.

Portanto, o operador do aeródromo deve estar atento às atualizações da regulamentação de drones, para conseguir mensurar adequadamente o aumento da complexidade operacional, a necessidade de adaptação técnica e legal e os custos adicionais necessários para a manutenção da conformidade, garantindo o equilíbrio entre segurança, eficiência e viabilidade operacional.

### 10.2.2 PARCERIAS ESTRATÉGICAS

A crescente utilização de drones no setor da aviação civil tem proporcionado importantes avanços na gestão de aeródromos, especialmente no que se refere à segurança operacional, inspeções de infraestrutura e monitoramento de áreas críticas. No entanto, o potencial dessa tecnologia vai além das operações aeroportuárias, revelando-se um recurso estratégico em momentos de calamidade pública que afetam o entorno dos aeroportos.

Operadores de aeródromos com experiência no uso de drones podem colaborar com autoridades locais e equipes de resposta emergencial em situações como enchentes, incêndios, deslizamentos de terra ou acidentes de grande escala. Isso se deve à familiaridade que esses pilotos têm com protocolos de segurança aérea, capacidade de operar em zonas restritas com responsabilidade e precisão e domínio de tecnologias de georreferenciamento e imageamento aéreo.

Durante uma emergência, drones podem ser rapidamente mobilizados para mapear áreas afetadas, identificar rotas de acesso, localizar vítimas, avaliar danos em estruturas e apoiar a tomada de decisões com informações em tempo real. A atuação coordenada entre operadores de aeródromos e órgãos de defesa civil pode acelerar as respostas e aumentar a eficiência das ações humanitárias.

Além disso, por estarem situados em regiões estratégicas, os aeródromos podem funcionar como centros logísticos de apoio, com operadores preparados para integrar o uso de drones nas operações de socorro, transporte de suprimentos e monitoramento contínuo da situação de calamidade.

Assim, a experiência desses profissionais pode representar um recurso valioso para a resiliência das comunidades vizinhas. Em maio de 2024, em Porto Alegre, houve a segunda maior enchente da história do Rio Grande do Sul, que devastou grande parte da cidade, inclusive toda a região onde se encontra o Aeroporto Internacional Salgado Filho. Diversos voos de drone foram realizados no entorno do aeródromo visando garantir a segurança dos colaboradores que se mantiveram no interior da estrutura, zelando e garantindo a segurança do sítio aeroportuário.



Figura 127. Vista da pista de pousos e decolagens do Porto Alegre Airport (SBPA) durante enchente em 04/05/24.



Figura 128. Vista do pátio de aeronaves do Porto Alegre Airport (SBPA) durante enchente em 18/05/24.

Além disso, manter parcerias estratégicas com órgãos de segurança pública e empresas operadoras de drone é fundamental para garantir uma operação segura, tanto na área do sítio aeroportuário quanto no seu entorno.

Com o crescimento do uso de drones em diversas atividades, inclusive nas proximidades de aeroportos, tornou-se essencial regulamentar essas operações para garantir a segurança do tráfego aéreo. Nesse contexto, o Termo de Coordenação surge como um instrumento fundamental. Trata-se de um documento formal firmado entre o operador do drone, o órgão ATS e o operador do aeródromo, com o objetivo de autorizar e alinhar operações de drones dentro da área de proteção do aeroporto ou na zona de influência do tráfego aéreo.

O órgão ATS possui a responsabilidade de gerenciar o espaço aéreo controlado e garantir a separação segura entre aeronaves. Assim, cabe a ele avaliar os riscos da operação proposta, autorizar ou negar o voo com base em critérios de segurança, e definir condições específicas como horários, altitudes e áreas permitidas. Quando necessário, também é função do ATS monitorar e coordenar a operação para assegurar que ela não interfira nas demais atividades aéreas da região.

Por sua vez, o operador do aeródromo desempenha um papel crucial na análise dos impactos que a operação de drones pode causar às atividades do aeroporto. Ele é responsável por emitir pareceres, autorizações e alertar o órgão ATS sobre qualquer situação anormal relacionada aos voos não tripulados. Além disso, pode estabelecer protocolos locais de segurança e procedimentos de emergência para prevenir interferências com aeronaves tripuladas ou áreas sensíveis do aeródromo.

A formalização do termo de coordenação promove um ambiente de transparência e cooperação entre todas as partes envolvidas, mitigando riscos e garantindo a operação segura dos drones no entorno do aeroporto. Essa prática é especialmente relevante em casos de voos frequentes, como inspeções de infraestrutura, monitoramento ambiental ou apoio em emergências, onde a agilidade precisa caminhar junto com o rigor técnico e a segurança operacional.

## 11. CONCLUSÃO

Espera-se que o conteúdo desse manual possa servir de referência para operadores de aeródromos e empresas que desejam utilizar drones como ferramenta de apoio à gestão da segurança operacional.

Neste manual, foram apresentadas informações, análises, estudos, evidências e comprovações de que o drone é capaz de proporcionar resultados efetivos e extremamente satisfatórios para as suas diversas aplicações no ambiente aeroportuário.

Entretanto, recomenda-se que essa tecnologia não seja considerada como substitutiva do trabalho dos funcionários que atuam no aeroporto, pois a presença do drone em determinado local do aeroporto não permite uma ação imediata que seria executada se um funcionário estivesse no local. Além disso, conforme foi abordado no item 8.6.1 deste Manual, existem limitações operacionais para o voo de drones em condições de chuva, nevoeiro, ventos fortes e rajadas de vento.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC. Guia de Apresentação de Evidências de Infraestrutura. Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária – SIA, dez. 2022.

ANAC. Instrução Suplementar nº 153.133-001 – Monitoramento da Condição Física e Operacional do Aeródromo. Brasília: ANAC.

ANAC. IS nº E94-003 – Revisão A – Critérios para Avaliação da Área para Operação de Aeronaves Não Tripuladas. Brasília: ANAC.

ANAC. Manual de Sistema de Gerenciamento de Pavimentos Aeroportuários – SGPA. Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária – SIA, jun. 2017.

ANAC. RBAC nº 153 – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153: Certificação Operacional de Aeroportos. Brasília: ANAC.

ANAC. RBAC nº 154 – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154: Operação de Aeródromos Públicos. Brasília: ANAC.

ANAC. RBAC-E nº 94 – Requisitos Específicos para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil. Brasília: ANAC.

Brasil. Código Brasileiro de Aeronáutica. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986.

Brasil. Código Penal Brasileiro. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940.

Brasil. Lei das Contravenções Penais. Decreto-Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941.

Comando da Aeronáutica. ICA 100-12 – Cartas Aeronáuticas. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

Comando da Aeronáutica. ICA 100-40 – Elaboração de Cartas Aeronáuticas. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).

ICAO. Doc 9157 - Manual de Projeto de Aeródromo, Parte 4 – Auxílios Visuais. 5ª ed., Emenda 1, 07 dez. 2021.

ACI. Airports Council International. Drones in the Airports Environment. Concept of Operations & Industry Guidance. 2020.

TESLA, Nikola. Method of and Apparatus for Controlling Mechanism of Moving Vessels or Vehicles. U.S. Patent No. 613809, 1898.

WIKIAVES. Quero-quero. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/wiki/quero-quero#:~:text=Costuma%20viver%20em%20banhados%20e,esp%C3%A9cie%20habitante%20da%20mesma%20campina>. Acesso em: 17 abr. 2009.

## ANEXO 1 - ANÁLISE DE IMPACTO SOBRE A SEGURANÇA OPERACIONAL (AISO)

AISO N° XXX/SBXX/20XX

**ESCOPO:** PROCEDIMENTOS PARA OPERAÇÃO DE VOO DE AERONAVE NÃO TRIPULADA - UA – DRONE NO AEROPORTO XXXXXXXXXXXX

**MOTIVAÇÃO:** Analisar o impacto para a segurança operacional de operação de Aeronave não Tripulada/UA – DRONE, nas infraestruturas de pistas de pouso e decolagem, taxiways, Pátio de estacionamento e vistorias no sítio aeroportuário, assegurando os padrões de Segurança Operacional no SBXX com os regulamentos e normas em vigor.

**OBJETIVO:** Padronizar os procedimentos com utilização de DRONE visando maiores benefícios nas operações de Vistoria de Segurança Operacional, fiscalização de Pátios e Pistas e levantamento de dados para manutenção aeroportuária.

## Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
Operação de Aeronave Não Tripulada/UA (drone) no aeródromo SBXX.	Operação de Aeronave Não Tripulada/UA - DRONE em área operacional do SBXX. Para utilização de Aeronave Não Tripulada/UA - DRONE, se faz necessário a implantação de medidas adicionais de segurança operacional, buscando mitigar as possibilidades de acidentes e incidentes e de impacto nas operações no SBXX. Assim, torna-se necessário a adoção de medidas adicionais de mitigação, com foco em manter um nível aceitável de segurança operacional no aeroporto durante a utilização de Aeronave Não Tripulada/UA-DRONE.	<p>Consequência (1) Danos a aeronaves, devido a possibilidade de choque com Aeronave Não Tripulada/UA - DRONE durante procedimentos de voo.</p> <p>Consequência (2) Lesões a pessoas, por consequência de choque/acidente devido a possibilidade de queda de Aeronave Não Tripulada/UA - DRONE durante voo.</p> <p>Consequência (3) Colisão com infraestrutura aeroportuária, podendo causar impactos no tráfego aéreo ou danos a estruturas do aeroporto.</p>	<p>Referentes à consequência (1), (2), (3);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existência de CAOP – Carta de Acordo Operacional entre Operador do Aeródromo e DTCEA;</li> <li>- Treinamento em curso de operação de drone para todos que vão operar o DRONE e respectivos observadores;</li> <li>- Torre de Controle – controlando as operações em solo do SBXX;</li> <li>- Comunicação via rádio com TWR-XX (Canal X);</li> <li>-Cadastramento ANATEL (equipamento possui selo ANATEL);</li> <li>- Cadastro SISANT (ANAC);</li> <li>- Cadastramento DECEA (SARPAS);</li> <li>- Seguro RETA /Seguro de Responsabilidade civil do Explorador Transportador Aéreo.</li> </ul> <p>ITENS REFERENTES AO UA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de posicionamento por satélite: GPS / GLONASS;</li> <li>-Sistema de retorno automático ao ponto de partida em caso de perda de sinal (RTH);</li> <li>- Sensor Anti Colisão frontal, traseiro e Infra-Vermelho laterais;</li> <li>- Sistema de Estabilidade do equipamento;</li> <li>- Receptor ADS-B ;</li> </ul>	<p>Consequência (1) 3B – Aceitável com Mitigação</p> <p>Consequência (2) 3B – Aceitável com Mitigação</p> <p>Consequência (3) 3B – Aceitável com Mitigação</p>	<p>Consequência (1),(2) e (3) 1 – O Explorador de Aeronave Não Tripulada/UA-DRONE é responsável pelo gerenciamento do seu pessoal (incluindo programa de treinamento, composição da equipe e pela proteção e salvaguarda da operação.</p>	1- Gestão de Processos	Ação contínua	<p>Consequência (1) 1B - Aceitável</p> <p>Consequência (2) 1B - Aceitável</p> <p>Consequência (3) 1B - Aceitável</p>	<p>Todas as defesas descritas serão avaliadas enquanto executadas em vista da verificação da eficiência e adoção de novas medidas, caso as medidas descritas não garantam a segurança operacional durante as operações, ou qualquer outro perigo que porventura seja identificado após a produção desta análise, será tratado e mitigado por meio de uma CSO Extraordinária, até o alcance de níveis aceitáveis, conforme metodologia aqui utilizada, e será implementado em nova versão desta AISO.</p> <p>ARO x AISO – A AISO substitui ARO no caso do operador do equipamento e do Aeródromo se tratar do mesmo CNPJ. Atualização/validade da AISO – Anual, conforme indicado na ICA 100-40 referente ao ARO.</p> <p>CAOp – desenvolvida – Para análise DTCEA</p> <p>Esta AISO é restrita a operações com drone no SBXX quando solicitada pelo aeródromo. Em casos de solicitações externas, será necessário elaboração de ARO pelo solicitante/operador UA. Operador SBXX, descrito nas Ações Mitigadoras como área responsável, envolve as áreas de Gestão de processos, Operações, Security, SGSO, Manutenção e Fauna.</p>



## Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 2 - No Brasil, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é o Órgão responsável por certificar os Exploradores/ Operadores, devendo estes seguir as orientações estabelecidas por esta Agência.	1- Gestão de Processos	Antes do início das operações		
					Consequência (1),(2) e (3) 3 – Previamente a qualquer operação de Aeronave Não Tripulada/ UA - DRONE, obrigatoriamente será necessária prévia coordenação com a Torre/XX para autorização da área a ser sobrevoada.	1 - Operador SBXX 2 - DTCEA/XX	Antes do voo		

Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional									
PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 4- Durante toda operação de voo de Aeronave Não Tripulada/ UA - DRONE deverá obrigatoriamente haver disponibilidade para comunicação bilateral via rádio com a Torre/XX.	1 - Operador SBXX	Antes, durante e ao término das operações		
					Consequência (1),(2) e (3) 5- É obrigatória a presença de no mínimo 2 pessoas durante as operações de voo com Aeronave Não Tripulada/ UA - DRONE, sendo o primeiro responsável pelas comunicações via rádio e a condução da viatura (indivíduo de apoio) e o segundo será o Piloto Remoto (responsável pelo manuseio dos controles de pilotagem de DRONE).	1 - Operador SBXX	Durante toda operação		

## Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 6- O indivíduo de apoio obrigatoriamente deverá possuir curso de formação em Direção Defensiva em Aeródromo, comprovada experiência em comunicação via rádio (fraseologia específica), e os 2 (dois) indivíduos, quando em atividade na área operacional, necessariamente deverão possuir o curso de formação em SGSO	1 - Operador SBXX	Antes, durante e ao término das operações		
					Consequência (1),(2) e (3) 7- O Operador/ Piloto remoto deverá obrigatoriamente se identificar a TWR/ XX pelo indicativo de chamada (Rádio/fonia) "RPA-XX", à partir do primeiro contato até o término da comunicação.	1 - Operador SBXX	Durante toda operação		

Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional									
PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 8- Apenas pessoal treinado com nome constante em lista de treinamento própria, será autorizado a operar Aeronave Não Tripulada/UA - DRONE.	1- Gestão de Processos	Ação contínua		
					Consequência (1),(2) e (3) 9- A realização de qualquer voo de Aeronave não tripulada/UA – DRONE, deverá ser previamente informada as áreas de Operações e Security via rádio.	1 - Gestão de Operações 2 - Segurança Operacional	Antes de cada operação		
					Consequência (1),(2) e (3) 10- As operações de voo de Aeronave não tripulada/UA - DRONE apenas serão autorizadas em condições VMC, sendo, esta condição informada pela TWR/XX, em cada operação.	1 - Operador SBXX 2 - TWR/XX	Ação Contínua		



## Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 11 - Em condições VMC a operação deverá ser em "Linha de visada visual (VLOS) na qual o piloto mantém o contato visual com o equipamento de modo a conduzir o voo com as responsabilidades de manter a separação com outras aeronaves, bem como evitar condições com obstáculos. (ICA 100-40)	1 - Operador SBXX	Ação Contínua		
					Consequência (1),(2) e (3) 12- As operações com Aeronave não Tripulada/UA – DRONE deverão respeitar as alturas e demais regras do regulamento específico. (ICA 100-40)	1 - Operador SBXX	Ação Contínua		

## Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 13- Em caso de necessidade de resgate do equipamento, devido à queda, choque com outros equipamentos, perda de sinal, ou qualquer outra anomalia do equipamento em área de manobra, só será permitido o deslocamento até o local mediante autorização prévia da TWR/XX	1 - Operador SBXX 2 - TWR/XX	Ação Contínua		

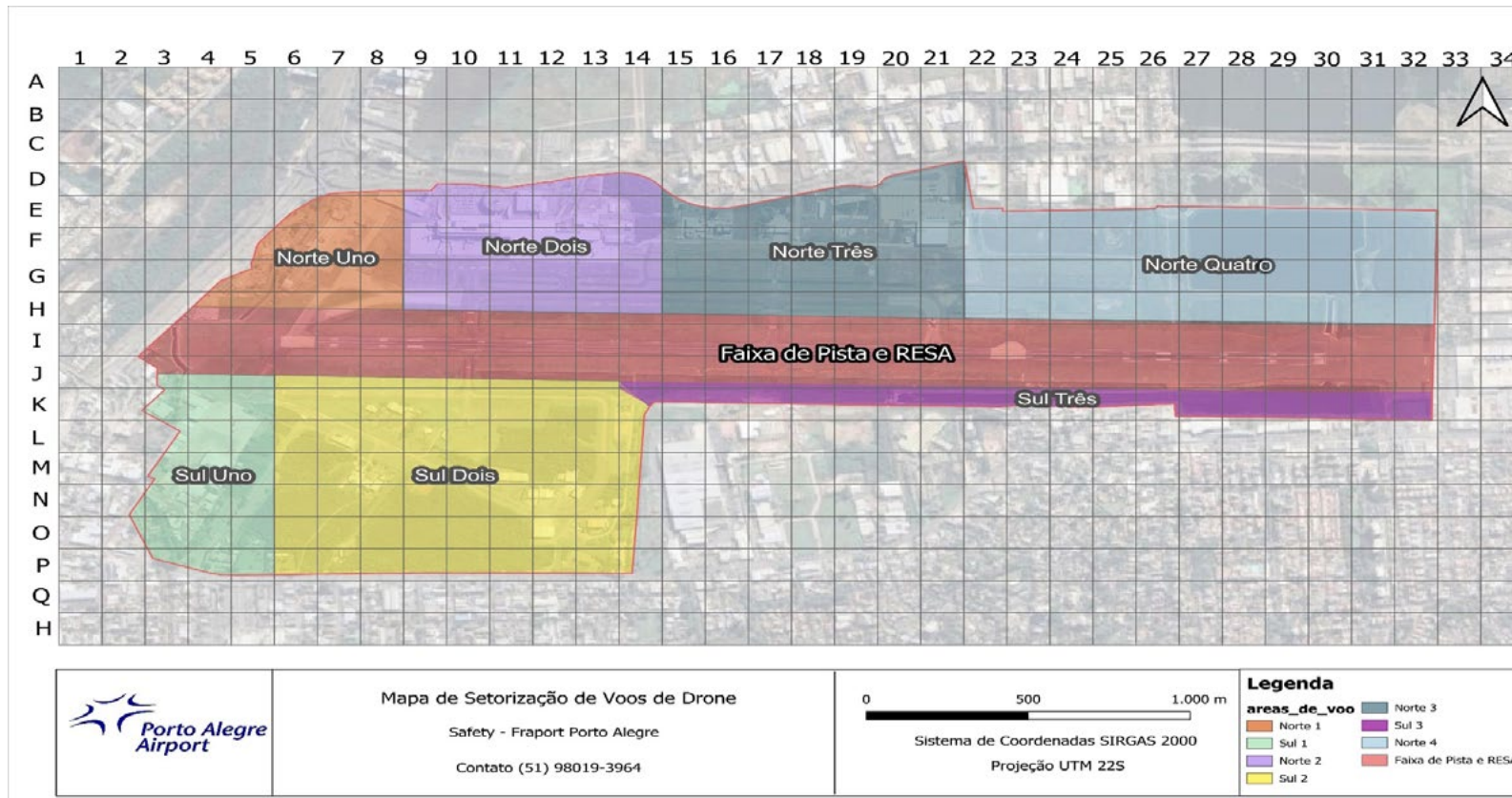
Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional									
PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 14- As operações de voo de Aeronave não Tripulada/UA - DRONE fora dos limites do aeroporto deverão seguir a mesma sistemática de informação e comunicação prévia com a TWR/XX utilizadas nas operações realizadas dentro da área operacional, visto a possibilidade de ingresso em uma ZAD (Zona de aproximação ou decolagem)	1 - Operador SBXX 2 - TWR/XX	Ação Contínua		
					Consequência (1),(2) e (3) 15- Em caso de solicitação/ orientações da TWR/XX a operação deverá ser cancelada e o equipamento/DRONE deverá retornar imediatamente ao local de partida.	1 - Operador SBXX 2 - TWR/XX	Durante toda operação		

## Análise de Impacto sobre a Segurança Operacional

PERIGO IDENTIFICADO	ANÁLISE DO PERIGO IDENTIFICADO	CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS AO PERIGO IDENTIFICADO	DEFESAS EXISTENTES	RISCO ASSOCIADO A CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS ADICIONAIS PARA ELIMINAÇÃO OU MITIGAÇÃO DOS RISCOS	ÁREA RESPONSÁVEL	QUANDO?	RISCO DE CADA CONSEQUÊNCIA E SUA TOLERABILIDADE EM FUNÇÃO DAS DEFESAS EXISTENTES E DAS MEDIDAS ADICIONAIS ESTABELECIDAS	9 INFORMAÇÕES ADICIONAIS
					Consequência (1),(2) e (3) 16- Serão realizadas Vistorias de Segurança Operacional para verificação da prática dos itens constantes nesta AISO bem como possíveis inconsistências.	Gestão de Segurança Operacional	Ação Contínua		



## ANEXO 2 - EXEMPLO DE MAPA DE SETORIZAÇÃO DO AERÓDROMO



## ANEXO 3 – CHECKLIST PRÉ VOO

Tabela 1. Checklist de verificação pré-voo.

Lista de Verificações	Conforme	Não Conforme	
<b>Autorização e Planejamento</b>			
Autorização SARPAS (DECEA)			
SISANT válido			
Comunicação com APOC e Security			
Liberação GeoZone			
Seguro RETA válido			
Piloto remoto com habilitação válida			
<b>Verificação da Aeronave (Drone)</b>			
Inspeção visual completa do drone			
Bateria carregada e sem danos visuais			
Rádio Controle Carregado			
Firmware atualizado			
Verificação de GPS e calibração da bússola			
Cartão de memória limpo e com espaço disponível			
Sistema de retorno automático (RTH) habilitado			
<b>Condições Meteorológicas</b>			
Condições de vento dentro dos limites operacionais			
Visibilidade adequada para voo VLOS			
Ausência de chuva ou condições severas			
Verificação de rajadas ou mudanças bruscas			
<b>Interferência e Segurança</b>			
Análise de fontes de interferência eletromagnética			
Área de pouso e decolagem segura e isolada			
Ausência de pessoas não autorizadas na operação			
<b>Plano de Emergência</b>			
Procedimentos de perda de enlace definidos e testados			
Contato rápido alternativo com órgão ATS			
Áreas seguras para pouso de emergência mapeadas			
Equipamento de backup disponível			

## ANEXO 4 – LISTA DE EQUIPAMENTO SUGERIDOS PARA OPERAÇÃO

Tabela 2. Lista de equipamentos e acessórios mínimos para operação.

Lista de Itens	Conforme	Não Conforme	
<b>Equipamentos de Voo</b>			
Drone em condições operacionais			
Controle remoto com firmware atualizado			
Baterias principais carregadas			
Baterias sobressalentes			
Hélices extras compatíveis			
Carregador de baterias / fonte de energia portátil			
<b>Acessórios</b>			
Equipamento de medição de vento (anemômetro)			
Binóculo			
Landpad (local de pouso/decolagem)			
<b>Documentação e Acessórios</b>			
Plano de voo impresso ou digital			
Autorização da autoridade aeronáutica (DECEA)			
Seguro RC (Responsabilidade Civil)			
Identificação do piloto remoto			
Mapa de Grade para consulta			
Manual do drone e fichas técnicas			
Aplicativos de controle atualizados			
<b>Equipamentos de Apoio (Opcionais)</b>			
Drone reserva pronto para voo			
Gerador portátil ou estação de energia			
Cobertura (tenda) para sombra e abrigo			
Maleta rígida			

