

MANUAL PRÁTICO DE OPERAÇÕES COM DRONES EM AMBIENTES AEROPORTUÁRIOS



EQUIPE DE ELABORAÇÃO

Associada	Participantes
ABR	Tiago Raposeiras Bonvini
AENA	Felipe Cavalcanti
BHAirport	Pedro Stochi - Líder do projeto
COA/NOA	Joenil Ribeiro
Fraport	Denis Eduardo Fedrizzi
GRU Airport	Tales Oliveira
GRU Airport	Erick Silva
Inframérica	Mariana Martins
Motiva	Renato Lima
Motiva	Eduardo Schein
PAX Aeroportos	Andre Couto
PAX Aeroportos	Lorrain Calixto
RioGaleão	Fabio Gracio Carvalho
RioGaleão	Marcelo Dutra
VCP	Everaldo Cavalcante
VCP	Cristiane Borges
Vinci	Thiago Mendes
Vinci	Overlach Campos
Zurich	Cristiano Rosa
Zurich	Vitoria de Souza

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS	2
3. DIRETRIZES GERAIS	2
4. CONCEITO DE INSPEÇÃO COM DRONE	3
5. GUIA DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES OPERACIONAIS	3
6. GESTÃO DE RISCOS ESPECÍFICA POR ATIVIDADE	12
7. CHECKLISTS OPERACIONAIS	17
8. FLUXO OPERACIONAL PARA OPERAÇÃO DE RPA	18
9. REQUISITOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS DOS DRONES	19
10. DOCUMENTAÇÃO E REGISTROS OBRIGATÓRIOS	21
11. ANEXOS - MODELOS E EXEMPLOS	23

1. INTRODUÇÃO

1.1 FINALIDADE

Este manual destina-se aos operadores aeroportuários, equipes de Operações Aeroportuárias, Segurança Operacional (SGSO), Segurança da Aviação Civil (AVSEC), equipes de manejo de fauna, Resposta à Emergência Aeroportuária (REA/SCI) e demais áreas envolvidas na gestão do aeródromo.

Seu objetivo é estabelecer diretrizes técnicas, boas práticas e procedimentos operacionais para o emprego **seguro, controlado e eficiente** de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), doravante denominadas drones, no ambiente aeroportuário.

1.2 CONTEXTO OPERACIONAL

O uso de drones em aeroportos possibilita ganhos relevantes na eficiência e na precisão das inspeções, no monitoramento de áreas extensas, no apoio às atividades de fauna, no reforço da segurança perimetral, no registro de evidências para o SGSO e no suporte a situações de emergência.

Entretanto, as operações com RPA introduzem riscos específicos à segurança operacional, especialmente pela interação com aeronaves tripuladas, pessoas e infraestruturas críticas. Esses riscos devem ser sistematicamente identificados, avaliados e mitigados, respeitando os requisitos regulatórios, as normas de segurança operacional e as particularidades de cada aeródromo.

1.3 BASE REGULAMENTAR E ALINHAMENTO COM O SGSO

Este manual foi elaborado com base nos requisitos estabelecidos pelo:

- RBAC-E nº 94 da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)
- ICA 100-40 do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA)

O documento está alinhado aos princípios do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) e deve ser utilizado como referência para:

- padronização de processos;
- capacitação das equipes;
- prevenção e mitigação de riscos associados às operações com drones.

1.4 ESTRUTURA DO MANUAL

O manual apresenta:

- diretrizes gerais para operações com drones;
- requisitos técnicos;
- procedimentos operacionais para inspeções;
- gestão de riscos;
- fluxos operacionais;
- checklists e modelos de documentação.

Seu propósito é assegurar que as operações com RPA sejam conduzidas com elevado nível de segurança, adequada coordenação com o órgão ATS e plena integração com os processos operacionais do aeroporto.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

As operações descritas neste manual fundamentam-se nos seguintes documentos:

- **RBAC-E nº 94 - ANAC** - Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil.
- **ICA 100-40 - DECEA** - Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro.

Outros documentos aplicáveis do aeródromo (ex.: MOPS, CAOp, procedimentos internos) devem ser considerados de forma complementar.

3. DIRETRIZES GERAIS

As operações com drones em aeroportos devem observar princípios de:

- segurança operacional;
- conformidade regulatória;
- planejamento rigoroso;
- integração com o SGSO do aeródromo.

As atividades com RPA no sítio aeroportuário são **estritamente operacionais e institucionais**, não se caracterizando como atividades recreativas.

4. CONCEITO DE INSPEÇÃO COM DRONE

4.1 DEFINIÇÃO

A inspeção com drone consiste no uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas equipadas com sensores (câmeras RGB, térmicas ou outros) para inspecionar, monitorar e avaliar estruturas, instalações e infraestruturas aeroportuárias.

4.2 APLICAÇÃO NO AMBIENTE AEROPORTUÁRIO

No contexto aeroportuário, a inspeção com drones:

- atua como ferramenta complementar às inspeções convencionais em solo
- permite acesso visual a áreas de difícil alcance
- aumenta a eficiência na coleta de dados
- fornece subsídios técnicos para a tomada de decisão operacional.

5. GUIA DE EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES OPERACIONAIS

As atividades de inspeção com drones devem ser estruturadas em **três fases operacionais principais**:

Fase 1 - Preparação da Missão

Fase 2 - Captura de Dados

Fase 3 - Análise e Interpretação dos Dados

FASE 1 – PREPARAÇÃO DA MISSÃO

Antes da execução da inspeção, devem ser realizadas as seguintes etapas:

Autorizações e Permissões

- Verificar e cumprir os requisitos regulatórios aplicáveis junto à ANAC e ao DECEA;
- Obter autorização do órgão ATS/TWR competente, quando aplicável;
- Garantir coordenação com as áreas operacionais do aeroporto.

FASE 1 – PREPARAÇÃO DA MISSÃO (CONTINUAÇÃO)

Vistoria do Local

- Avaliar a área da inspeção quanto à presença de obstáculos, tráfego operacional, pessoas e condições ambientais;
- Identificar perigos potenciais e restrições operacionais.

Planejamento do Voo

- Definir a rota de voo, altura, duração e perfil da missão;
- Estabelecer procedimentos de contingência;
- Avaliar interferências eletromagnéticas e meteorológicas.

Checklist Pré-Voo

- Verificar condições da aeronave, sensores, baterias e sistemas de segurança;
- Confirmar funcionamento dos sistemas de navegação e comunicação.

FASE 2 – CAPTURA DE DADOS

Durante a execução da inspeção:

- os dados devem ser coletados conforme o objetivo da missão;
- devem ser utilizados sensores adequados ao tipo de inspeção;
- a operação deve ocorrer com escuta permanente do ATS, quando aplicável;
- a missão deve ser interrompida imediatamente em caso de risco à segurança operacional.

FASE 3 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Após a execução do voo, os dados coletados devem ser processados e analisados por meio de softwares apropriados, visando gerar informações úteis para as áreas responsáveis.

Técnicas de Análise Recomendadas :

- **Comparação de Imagens:** Avaliação de imagens de diferentes períodos para identificação de alterações, fissuras, danos ou degradações.
- **Análise de Nuvem de Pontos:** Geração de modelos tridimensionais para identificação de irregularidades geométricas em pavimentos ou terrenos.
- **Agrupamento de Dados (Clustering):** Identificação de padrões recorrentes ou áreas críticas (*hotspots*), podendo ser apoiada por técnicas de análise avançada ou algoritmos de aprendizado de máquina.

5.1 INSPEÇÕES DE PISTAS, PÁTIOS E TAXIWAYS

O objetivo dessa missão é estabelecer o procedimento padrão para execução de voos automatizados ou manuais com aeronaves remotamente pilotadas (RPA) destinados à inspeção visual e fotográfica da pista de pouso e decolagem (RWY), abrangendo:

- Condições gerais do pavimento (rachaduras, delaminações, desgaste, acúmulo de borracha);
- Sinalização horizontal (eixo, bordas, números de cabeceira, setas e marcações de zona de toque);
- Faixa lateral e áreas adjacentes, quando aplicável.

Este procedimento tem como finalidade subsidiar ações de manutenção preventiva e corretiva, apoiar o SGSO e otimizar a gestão de pavimentos e sinalização.

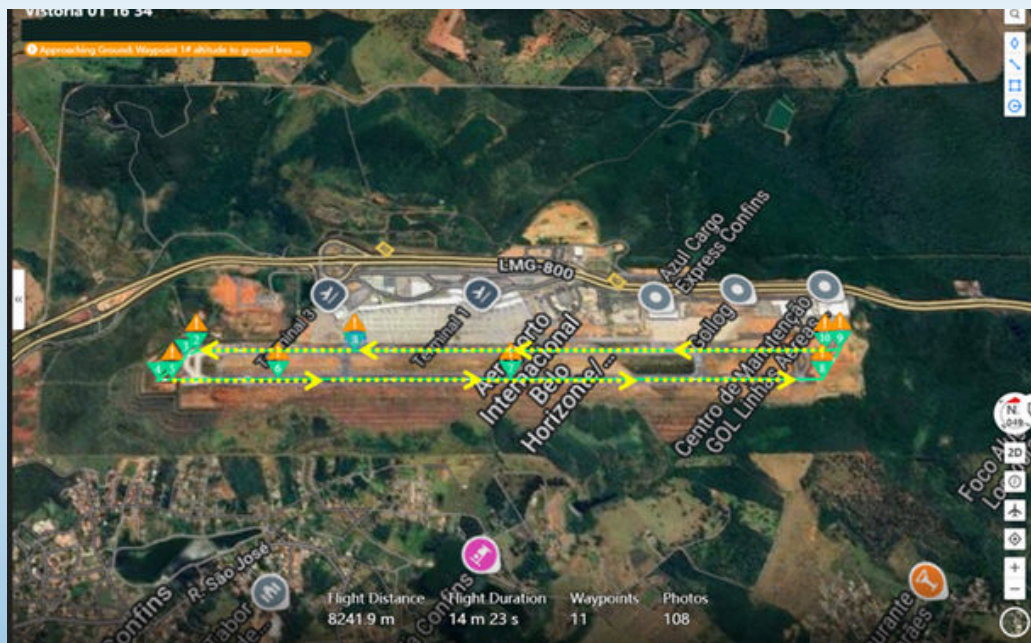


Figura 1 - Modelo de Planejamento de Voo para Inspeção de Pista e Twys - Voo Automatizado (BH Airport)

5.1.1. CONFIGURAÇÃO DA MISSÃO

O voo deve ser planejado por meio de software de automação de missões (ex.: DJI Pilot, DroneDeploy, Litchi Mission Hub ou equivalente) ou condições de voos manuais, conforme os parâmetros abaixo:

Parâmetro	Recomendação
Altura	10 a 30 metros AGL (10 m para detalhes, 30 m para panorâmica)
Velocidade	2 a 5 m/s
Modo de voo	Manual assistido (com GPS) ou missão automatizada
Ângulo da câmera	45° para sinalização / 90° para pavimento
Sobreposição de fotos	70–80% longitudinal / 60% lateral (obrigatório para Ortomapeamento)
Tempo de voo	Até 25 min (com reserva de bateria $\geq 20\%$)

5.1.2. OTIMIZAÇÃO DA CÂMERA (RGB E TÉRMICA)

Para inspeções de alta qualidade, as seguintes configurações são recomendadas:

Configuração RGB :

- **Formato:** Utilizar RAW/DNG (se o drone suportar) para máxima flexibilidade no pós-processamento de cores/exposição, ou JPEG de alta resolução.
- **Obturador (Shutter Speed):** Ajustar para, no mínimo, $\frac{1}{100}$ a $\frac{1}{500}$ de segundo para **minimizar o motion blur** e garantir fotos nítidas durante o voo em baixa altitude.
- **Foco:** Configurar o foco da câmera para **Infinito** (prioritário) ou usar o Foco Automático (AF) para travar o foco na superfície do pavimento antes de iniciar a missão.

5.1.2. OTIMIZAÇÃO DA CÂMERA (RGB E TÉRMICA) (CONTINUAÇÃO)

Uso da Câmera Térmica (Ex: Zenmuse H20T ou M3T):

- **Anomalias Térmicas:** O sensor térmico deve ser utilizado para detectar **áreas de acúmulo de água, umidade residual ou delaminações (vazios)** sob o pavimento, que aparecem como pontos com temperatura significativamente diferente da superfície circundante.
- **Emissividade:** Calibrar o valor de emissividade no software de voo (ex: DJI Pilot) para **0.95**, que é um valor típico para concreto e asfalto.

5.1.3. ESTRUTURA DO VOO

A missão deverá ser configurada ao longo do eixo da pista, contemplando *waypoints* sequenciais desde a cabeceira inicial (THR) até a cabeceira oposta, conforme o sentido operacional definido. Cada *waypoint* deve representar uma posição de captura fotográfica automática, mantendo altitude constante e trajetória linear.

Opcionalmente, o plano de voo pode incluir:

- Percurso de retorno paralelo à faixa central (para registrar bordas e áreas adjacentes);
- Trechos complementares em taxiways ou áreas de transição, conforme necessidade da inspeção.

5.1.4. EXECUÇÃO DA MISSÃO

Decolagem

- Confirmar autorização com a TWR/ATS.
- Decolar a partir de área designada e segura (fora da faixa de pista, vento de proa).
- Subir à altitude de operação planejada e estabilizar.

Varredura Visual

- Iniciar varredura longitudinal ao eixo da pista, percorrendo a totalidade do pavimento.
- Manter trajetórias paralelas e altura constante.
- Registrar imagens contínuas do pavimento (modo vídeo 4K ou fotos automáticas).
- Repetir operação em pistas de táxi e pátios conforme rota planejada.

5.1.4. EXECUÇÃO DA MISSÃO (CONTINUAÇÃO)

Pontos de Interesse (Priorizar)

- Fissuras, buracos, remendos e deformações de pavimento;
- Presença de FOD (objetos soltos);
- Sinalização horizontal ilegível, desgastada ou com reflexo excessivo;
- Luzes de borda e PAPI (integridade e alinhamento);
- Vegetação invadindo faixa preparada ou valas;
- **Anomalias Térmicas (com sensor térmico):** Infiltrações ou acúmulo de água sob a superfície.

Durante toda a operação

- Garantir coordenação com a Torre de Controle (TWR) e supervisão do operador aeroportuário;
- Manter distância mínima de segurança de 50 metros de pessoas, veículos ou equipamentos;
- Operar apenas em condições meteorológicas seguras e pista desobstruída;
- Cumprir os requisitos do RBAC-E nº 94, ICA 100-40 e MOPS do aeródromo.

5.1.5. RESULTADO ESPERADO

- Registro de imagens aéreas em alta resolução de toda a extensão das pistas, taxiways e pátios;
- **Geração de Ortomosaico georreferenciado de alta resolução** para análise detalhada e medição de anomalias;
- Identificação de anomalias, FOD e falhas de sinalização;
- Relatório técnico integrado ao SGSO com recomendações de ação corretiva.

5.2 MONITORAMENTO DE CERCAS E SEGURANÇA PERIMETRAL

Voo linear acompanhando as cercas, entre 10 e 20 metros de altura, utilizando sensores RGB ou térmicos. Objetivo é identificar danos, buracos, invasões e vulnerabilidades.

5.2.1. PLANEJAMENTO DA MISSÃO

- Definir o trecho perimetral a ser inspecionado (ex.: do Portão P1 até P3).
- Carregar o plano de voo linear automatizado (waypoints), garantindo:
 - Altura entre 10 e 20 metros AGL;
 - Distância lateral de 5 a 10 metros da cerca;
 - Velocidade média de 3 a 5 m/s;
 - Modo de câmera: vídeo contínuo e fotos automáticas a cada 5 segundos.
- Planejar ponto de decolagem fora da faixa operacional, preferencialmente próximo ao acesso de serviço da área perimetral.
- Coordenar com AVSEC e TWR o início e término da missão.

5.2.2. EXECUÇÃO DO VOO

Decolagem e Alinhamento

- Decolar e estabilizar na altura definida (10–20 m).
- Posicionar o drone paralelo à linha da cerca e iniciar a rota automatizada ou fazer vistoria de forma manual.

Varredura RGB

- Capturar imagens contínuas da cerca e do entorno imediato.
- Manter a câmera inclinada em 30° - 45° para cobrir a base e o topo da cerca.
- Registrar fotos georreferenciadas em pontos de interesse (danos, falhas, áreas alagadas).

Varredura Térmica (opcional)

- Alternar para o modo térmico (“White Hot” ou “Ironbow”) em horários de baixa luminosidade.
- Detectar movimentações humanas ou animais no entorno da cerca.
- Registrar imagens térmicas de potenciais invasões ou aberturas.

5.3 CONTROLE E MONITORAMENTO DE FAUNA

Estabelecer o procedimento para execução de voos com aeronaves remotamente pilotadas (RPA) destinados ao monitoramento da fauna e identificação de atrativos no sítio aeroportuário, com uso de sensores RGB e térmicos, a fim de:

- Apoiar o Programa de Gerenciamento do Risco da Fauna (PGRF);
- Detectar presença, comportamento e movimentação de aves ou mamíferos;
- Identificar fontes atrativas (água, lixo, vegetação, carcaças, abrigo, etc.);
- Fornecer subsídios técnicos para ações preventivas e corretivas.

5.3.1. ÁREAS PRIORITÁRIAS DE MONITORAMENTO

1. Cabeceiras das pistas – especialmente margens gramadas e áreas de drenagem.
2. Áreas de escape e laterais da PPD – identificação de ninhos e abrigo.
3. Sistemas de drenagem e valas – presença de anfíbios e aves aquáticas.
4. Lagoas de retenção, áreas alagadas e pátios de manutenção – risco elevado.
5. Entorno imediato da cerca perimetral (até 150 m) – circulação de mamíferos.

5.3.2. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Identificação de Fauna e Padrões de Comportamento

- O uso da câmera térmica permite detectar animais em movimento ou abrigados sob vegetação.
- O recurso também possibilita o rastreamento em tempo real de indivíduos em deslocamento.
- Janela Operacional Ideal: A detecção térmica é maximizada ao amanhecer ou ao anoitecer, quando há maior contraste entre a temperatura corporal do animal e a temperatura ambiente do solo. Evitar voos no pico de calor diurno.

Monitoramento de Ninhos e Estruturas

- A tecnologia térmica possibilita identificar ninhos ativos em locais de difícil acesso, como ninhos de *Vanellus chilensis* (quero-quero) mimetizados no solo.

Identificação de Atrativos

- A combinação de sensores RGB e térmicos permite detectar: Áreas alagadas e poças temporárias; Vegetação densa que serve de abrigo; Depósitos de resíduos orgânicos; Acessos de fauna por canais de drenagem.

5.3.3. DURANTE O VOO (USO DE SENSORES TÉRMICOS)

- Executar rota predefinida cobrindo margens da pista, áreas gramadas e lagoas.
- **Utilizar câmera térmica (ex: paleta White Hot)** para identificar pontos de calor (animais, ninhos ativos).
- **Fluxo de Trabalho de Confirmação:** Ao detectar um ponto de calor na câmera térmica, aplicar imediatamente o **zoom óptico/digital da câmera RGB** para a **identificação positiva** da espécie, mantendo o drone em altitude segura.
- **Configuração de Software:** Utilizar a função de **Isoterma** no aplicativo de voo (DJI Pilot) para criar um alerta visual automático em faixas de temperatura compatíveis com animais (temperatura corporal).
- Caso haja presença de fauna em área crítica, registrar vídeo/foto e coordenar ação de dispersão (uso do alto-falante, veículo de fauna, pirotécnicos, etc.).
- Marcar coordenadas geográficas de cada observação (via ponto de interesse).

5.4 APOIO A EMERGÊNCIAS OPERACIONAIS

Decolagem rápida, fornecendo imagens aéreas em tempo real para REA, SCI e CCO. Altura operacional ajustada entre 20 e 50 metros, conforme a emergência.

Objetivo	Ação com o Drone	Altura Recomendada
Avaliação inicial	Voo panorâmico 360° para identificar posição da aeronave, vazamentos e áreas críticas	20–30 m
Apoio ao combate	Sensor térmico para detectar focos de calor e orientar REA	15–25 m
Controle de acesso	Câmera RGB para monitorar perímetro e movimentação de equipes	30–40 m
Evacuação	Acompanhar fluxo de pessoas e viaturas para SCI/CCO	25–35 m

- **Após o Controle:**
 - Fazer varredura detalhada da área para registrar danos, destroços e manchas de combustível.
 - Capturar imagens e vídeos georreferenciados (RGB e térmicos).
 - Salvar evidências para investigação do SGSO e CENIPA.

5.5 MONITORAMENTO DE ÁREAS RESTRITAS E VIAS DE ACESSO

Execução de voo de inspeção sobre vias internas, perímetros patrimoniais e acessos controlados para detecção de anomalias ou intrusões.

O monitoramento deve utilizar, preferencialmente, o modo de visão dupla:

- a) **Sensor RGB:** Para identificação visual e registro de evidências;
- b) **Sensor Térmico:** Para detecção de assinaturas de calor (motores, pessoas ocultas) e contraste em baixa luminosidade.

A operação deve respeitar os seguintes limites verticais:

- **Altura Mínima:** 15 metros (foco em identificação de detalhes/placas);
- **Altura Máxima:** 40 metros (foco em varredura ampla/situational awareness).

6. GESTÃO DE RISCOS ESPECÍFICA POR ATIVIDADE

A gestão de riscos é um componente essencial para garantir que todas as operações com aeronaves remotamente pilotadas (RPA) em ambiente aeroportuário ocorram de forma segura, controlada e alinhada ao Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) do aeródromo.

Cada atividade operacional realizada com drones apresenta riscos específicos que devem ser avaliados previamente, considerando a probabilidade de ocorrência, a severidade do impacto e a aplicabilidade de medidas mitigadoras. A análise deve ser formalizada por meio da **AISO-RPA**, registrada e aprovada antes do voo.

A seguir, são apresentados os principais perigos, riscos e mitigações associados às operações de drones por atividade.

6.1 PERIGOS, RISCOS E MITIGAÇÕES POR TIPO DE ATIVIDADE

6.1.1 INSPEÇÕES DE PISTAS, PÁTIOS E TAXIWAYS

Principais perigos

1. Interferência com aeronave tripulada (movimento no pátio ou aproximação na pista)
2. Perda de enlace entre controle e drone
3. Rajadas de vento alinhadas à pista (efeito túnel)
4. Obstáculos verticais não mapeados (luzes, PAPI, placas de sinalização)
5. Operação fora do VLOS
6. Perda de GPS em bordas da pista por interferência metálica
7. FOD levantado pelo vento do drone

Riscos associados

- Incursão na pista por aproximação de aeronave
- Queda do drone sobre a PPD
- Dano à infraestrutura
- Interrupção indevida da operação
- Exposição da equipe a riscos ao tentar recuperar o drone

Mitigações

- Coordenação obrigatória com TWR (CAOp)
- Interdição temporária da pista (recomendada)
- Ajustar RTH acima do ponto mais alto do aeródromo (≥ 60 m)
- Estabelecer rota paralela ao eixo da pista
- Verificação prévia de vento e precipitação
- VLOS permanente com observador (VO)
- Briefing com Operações e SGSO
- Sobrevoo apenas após inspeção visual prévia realizada por equipe de solo

6.1.2 MONITORAMENTO DE CERCAS E SEGURANÇA PERIMETRAL

Principais perigos

1. Obstáculos pontuais ocultos por vegetação
2. Perda de VLOS em trechos longos
3. Turbulência local causada por edificações ou árvores
4. A aproximação de pessoas não anuentes
5. Ataque de aves territoriais (quero-quero, carcarás)
6. Pane de bateria longe do ponto de decolagem

Riscos associados

- Colisão com cerca, árvores ou postes
- Queda em área pública externa ao aeroporto
- Sobrevoos não autorizados fora do perímetro
- Registro incompleto da inspeção por falhas de voo

Mitigações

- Planejamento de voo linear com waypoints
- Observador dedicado acompanhando o drone paralelamente em viatura
- Ajuste de velocidade mais baixa (3 m/s)
- Sobrevoos em altura mínima de 10 m
- Bateria reserva e autonomia $\geq 20\%$ para retorno
- Coordenação com AVSEC antes e após a missão

6.1.3 CONTROLE E MONITORAMENTO DE FAUNA

Principais perigos

1. Ataque de aves ao drone (falcoaria natural do quero-quero)
2. Aproximação de espécies protegidas
3. Operação próxima a áreas sensíveis de fauna (drenagem, lagoas, gramado alto)
4. Perda de controle por distração ou evasão do piloto
5. Redução de visibilidade por névoa ou calor radiante

Riscos associados

- Queda do drone e criação de novos atrativos de fauna (destroços)
- Estresse ou dispersão inadequada da fauna
- Dano ambiental por operação indevida
- Colisão involuntária com ave

6.1.3 CONTROLE E MONITORAMENTO DE FAUNA (CONTINUAÇÃO)

Mitigações

- Realizar missão apenas com baixa atividade de aves (início da manhã ou final da tarde)
- Usar sensores térmicos para detectar fauna antes de se aproximar
- Manter altura mínima > 20 m em áreas com aves aterradas
- Operação lenta e controlada
- Afastar-se imediatamente de indivíduos agressivos (quero-quero em nidificação)
- Registrar localização de ninhos para ação conjunta com a equipe de fauna

6.1.4 APOIO A EMERGÊNCIAS OPERACIONAIS

Principais perigos

1. Envolvimento com aeronave acidentada ou em chamas
2. Fumaça densa ou calor intenso (interferência térmica)
3. Interferência com equipes de resposta
4. Riscos químicos, inflamáveis ou explosivos
5. Operação sob estresse elevado

Riscos associados

- Dano ao drone por calor
- Queda sobre equipes de emergência
- Interferência nas manobras de resgate
- Perda de telemetria

Mitigações

- Altura operacional entre 20–50 m conforme o cenário
- Estabelecer setor aéreo exclusivo para o drone
- Coordenação permanente com OCO/CCO e REA
- Ativar sensores térmicos para identificar hotspots
- Deixar rota de pouso livre e segura
- Piloto remoto dedicado e VO adicional

6.1.5 MONITORAMENTO DE ÁREAS RESTRITAS E VIAS DE ACESSO

Principais perigos

1. Interferência de ondas eletromagnéticas próximas a prédios ou antenas
2. Passagem de veículos ou pessoas sob a área de voo
3. Cabos aéreos não visíveis
4. Operação próxima a hangares com correntes de vento interno

Riscos associados

- Colisão com fachada ou telhado
- Dano a veículos ou equipamentos
- Queda em movimento de tráfego interno

Mitigações

- Altura mínima de operação ≥ 15 m
- VLOS permanente
- Voo lento em modo tripod/cinematic
- Evitar operar sobre fluxos de veículos
- Inspeção prévia do entorno antes da decolagem

6.2 RESPONSABILIDADES NA GESTÃO DE RISCO

Piloto Remoto

- Conduzir a AISO-RPA
- Garantir VLOS
- Executar mitigadores
- Registrar desvios e ocorrências

SGSO

- Analisar, aprovar e registrar a AISO-RPA
- Acompanhar tendências e indicadores
- Propor ações de melhoria

Operações

- Coordenar com TWR
- Assegurar área de operação
- Registrar interferências operacionais

TWR/ATS

- Aprovar ou negar operação
- Priorizar aeronaves tripuladas
- Notificar tráfego próximo

6.3 CRITÉRIOS DE GO / NO-GO

A operação não deve ocorrer quando houver:

- Vento \geq 20 kt
- Visibilidade $<$ 3 km
- Relâmpagos na região
- Pista ativa em operação (para inspeções)
- Falha no GPS, IMU ou bússola
- Aviso ATC de tráfego próximo
- Bateria $<$ 50% antes da decolagem
- Piloto remoto sem treinamento válido

7 CHECKLISTS OPERACIONAIS

Os checklists operacionais são ferramentas fundamentais para assegurar a segurança, a padronização e a conformidade regulatória das operações com drones no ambiente aeroportuário. Eles estabelecem uma sequência mínima de verificações obrigatórias que devem ser cumpridas antes, durante e após cada missão, garantindo que todos os riscos identificados sejam mitigados e que a operação ocorra dentro dos limites do SGSO.

Todos os voos – independentemente do tipo de missão, complexidade, local de operação ou equipamento utilizado – devem seguir rigorosamente os procedimentos definidos no checklist operacional.

O checklist completo, padronizado e aplicável a qualquer operação de RPA no sítio aeroportuário, encontra-se disponível no ANEXO I – Checklists Operacionais deste manual. Esse anexo apresenta o modelo oficial que deve ser utilizado pelas equipes envolvidas, incluindo:

- Checklist Pré-Voo
- Checklist Durante o Voo
- Checklist Pós-Voo

O preenchimento integral do checklist é obrigatório e deve ser anexado ao processo da missão, compondo a documentação oficial do SGSO. O registro adequado permite rastreabilidade, facilita auditorias e contribui para a melhoria contínua da segurança operacional.

8 FLUXO OPERACIONAL PARA OPERAÇÃO DE RPA

O planejamento é a etapa mais crítica do processo e deve ser realizado antes de cada voo.

O operador do aeródromo deve manter:

- Cadastro atualizado no SARPAS NG e banco de dados interno com todas as análises de risco e autorizações emitidas;
- Avaliação meteorológica local e regional, considerando precipitação, rajadas, direção e velocidade do vento, incidência de raios e visibilidade.

Recomenda-se operar somente sob condições visuais (VMC), inclusive à noite, respeitando os limites operacionais definidos pelo fabricante.

A operação não deve ocorrer com ventos 20kt, ou sob chuva, chuvisco e descargas elétricas.

Condições extremas de temperatura devem ser consideradas, pois influenciam diretamente a autonomia e o desempenho da bateria.

8.1. ANÁLISE DE RISCO

A análise de risco deve ser conduzida conforme o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). O piloto remoto identifica os perigos e avalia a probabilidade e severidade, formalizando o processo na AISO-RPA.

- **Principais riscos:** Perda de enlace ou controle; Interferência com aeronaves tripuladas; Rajadas de vento, chuva ou baixa visibilidade; Obstáculos próximos e presença de pessoas não anuentes.
- **Medidas mitigadoras:** Operar em VLOS (linha visual direta); Configurar RTH acima do ponto mais alto do sítio aeroportuário 60m; Estabelecer área segura de decolagem e pouso (landing pad); Utilizar rádio comunicador testado e redundante; Ter bateria de reserva e controle com carga 50%.

8.2. COMUNICAÇÃO COM O ATC

Antes do voo, o piloto remoto deve coordenar com o órgão ATS (TWR/AFIS):

- Informar ponto de decolagem, área de operação, altitude e tempo estimado;
- Receber autorização de decolagem e manter escuta ativa durante todo o voo;
- Reportar início e término da operação, conforme previsto na Carta de Acordo Operacional (CAOp);
- Suspender imediatamente a operação em caso de aproximação de aeronave tripulada ou instrução da TWR.

8.3. EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO

Com as autorizações concedidas, o piloto deve realizar os checks pré-voo e seguir o plano estabelecido:

Check Pré-Voo:

- Verificar baterias do drone e controle (mínimo 50%);
- Testar rádio comunicador;
- Confirmar satélites fixados e calibração IMU/compasso;
- Ajustar altura do RTH e testar motores em 4 m de altura;
- Realizar varredura visual da área de decolagem para evitar detritos e objetos soltos.
- **Configuração de Segurança de Dados: Ativar o "Local Data Mode"** (se disponível no software DJI) para garantir que os dados de voo não sejam transmitidos pela internet.
- **Calibração Térmica:** Ajustar o valor de **Emissividade** no software de voo para a superfície a ser inspecionada (ex: 0.95 para asfalto/concreto).

Durante o voo:

- Manter velocidade e altura compatíveis;
- Registrar imagens e coordenadas GPS;
- Interromper o voo em caso de alteração meteorológica;
- Acionar o modo RTH manual em caso de alerta de vento, falha de sinal ou início de chuva.

9 REQUISITOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS DOS DRONES

Para operações com drones em ambiente aeroportuário, os equipamentos devem atender padrões elevados de desempenho, redundância e confiabilidade, assegurando que a operação ocorra com o menor risco possível ao tráfego aéreo, às equipes em solo e à infraestrutura crítica do aeródromo. Este capítulo estabelece os requisitos mínimos técnicos e operacionais para aeronaves remotamente pilotadas (RPA) utilizadas em inspeções, monitoramentos e apoio às operações aeroportuárias.

9.1 SISTEMAS DE SEGURANÇA E FAIL-SAFE

O drone deve possuir recursos automáticos de segurança, incluindo Return-to-Home (RTH) configurável, detecção de perda de sinal, geocercas atualizadas e estabilização por múltiplos sensores.

Recomenda-se o uso de drones equipados com tecnologia ADS-B In (como o sistema AirSense), permitindo a detecção de aeronaves tripuladas próximas e aumentando a consciência situacional do piloto remoto.

Sensores omnidirecionais (anticolisão) devem estar ativos sempre que a missão permitir, reduzindo o risco de colisões com infraestruturas, veículos, sinalização ou vegetação.

9.2 SENSORES E CÂMERAS

O drone deve possuir câmera RGB de alta resolução para inspeções de pista, pistas de táxi, pátios, cercas e áreas críticas.

Para operações que envolvem detecção de fauna, pontos de calor, áreas alagadas ou emergências, é recomendado o uso de sensor térmico radiométrico, permitindo análise detalhada de temperatura e apoio a tomada de decisão.

As câmeras devem permitir registro georreferenciado de fotos e vídeos, garantindo rastreabilidade.

9.3 AUTONOMIA E DESEMPENHO DE VOO

A aeronave deve possuir autonomia compatível com a duração da missão, mantendo reserva mínima de 20% de bateria ao final do voo.

O sistema de propulsão deve suportar ventos de até 20 kt, conforme limites definidos pelo aeródromo ou fabricante.

O desempenho deve permitir voo estável em baixa altitude, especialmente em inspeções de pista e perímetros.

9.4 REDUNDÂNCIA E CONECTIVIDADE

O drone deve possuir sistemas redundantes de navegação, como GPS + GLONASS ou RTK, reduzindo a probabilidade de perda de posicionamento.

A transmissão de vídeo e telemetria deve ocorrer em tempo real, com criptografia e resistência a interferências.

A comunicação com o controle remoto deve permanecer estável durante toda a operação.

9.5 REGISTRO, FIRMWARE E CONFORMIDADE

O drone deve estar cadastrado e regularizado conforme o RBAC-E 94 e normas do DECEA.

Os firmwares do drone, controle e baterias devem estar atualizados antes da missão.

A aeronave deve atender requisitos de manutenção, inspeção prévia e controle de vida útil de baterias, hélices e motores.

9.6 PRONTIDÃO OPERACIONAL

O drone deve estar apto a entrar em operação segura imediatamente após os checks, sem falhas registradas.

Todos os sistemas devem apresentar status nominal no software de operação.

Esses requisitos garantem que apenas drones tecnicamente adequados e seguros sejam utilizados em missões dentro do sítio aeroportuário, contribuindo diretamente para a segurança operacional e para a eficiência das operações do aeródromo.

10 DOCUMENTAÇÃO E REGISTROS OBRIGATÓRIOS

A documentação é dividida em três pilares: Conformidade Legal (Aeronave), Autorizações (Missão) e Registros Operacionais (Execução).

10.1. DOCUMENTAÇÃO DA AERONAVE E LEGALIDADE

Antes de qualquer operação, o equipamento e o piloto devem possuir "em mãos" (físico ou digital):

- **Certificado de Cadastro (SISANT/ANAC):** Documento de registro da aeronave junto à Agência Nacional de Aviação Civil, válido e ativo.
- **Seguro RETA:** Apólice de Seguro de Responsabilidade Civil do Explorador ou Transportador Aéreo (Danos a terceiros no solo ou colisão), obrigatória conforme RBAC-E 94.
- **Selo da ANATEL:** Homologação do rádio-controle fixada no equipamento.

10.2. PLANEJAMENTO E AUTORIZAÇÕES DE VOO

Documentos específicos para a data e local da operação:

- **Autorização de Espaço Aéreo (DECEA):** Comprovante de solicitação/aprovação via SARPAS.
- **Anuência/Autorização do Sítio Aeroportuário:** Permissão formal (digital ou impressa) emitida pela administração do aeroporto (SGSO/Operações) autorizando a atividade na área patrimonial.
- **Planejamento da Missão:** Definição do polígono de voo, altura máxima e objetivos.

10.3. GESTÃO DE RISCO E SEGURANÇA

- **Análise de Risco Operacional (ARO):** Identificação de perigos (ex: fauna, interferência, fluxo de pessoas) e medidas mitigadoras.

11 ANEXOS – MODELOS E EXEMPLOS

1. MODELOS DE PLANEJAMENTO DE MISSÃO
2. ANÁLISE DE RISCO (AISO)
3. FLUXOGRAMA OPERACIONAL
4. RELATÓRIO DE INSPEÇÃO
5. CHECKLIST OPERACIONAL PARA OPERAÇÕES COM RPA EM AEROPORTOS

1. PLANEJAMENTO DE MISSÃO

Solicitação e Planejamento de Voo RPA

DADOS DA MISSÃO

NOME DA OPERAÇÃO:

Ex: Inspeção Cabeceira 09

DATA DO VOO:

DD / MM / AAAA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nome do Piloto

JANELA OPERACIONAL:

00:00 às 00:00

TIPO: VLOS (Visual) EVLOS BVLOS (Requer auth. especial)

AERONAVE E SENSORES

Equipamento: _____

Configuração:

- Câmera RGB (Alta Resolução)
 Câmera Térmica (Infravermelho)
 Outro: _____

PARÂMETROS TÉCNICOS

Altura de Voo: _____ m

Velocidade: _____ m/s

Sobreposição: _____ %

GSD Esperado: _____ cm/px

SEGURANÇA E AUTORIZAÇÕES

- Home Point:** Área segura e livre de obstáculos definida.
- RTH (Return-to-Home):** Configurado para _____ metros (Acima do maior obstáculo).
- Bateria Crítica:** Retorno automático configurado em 30%.
- SARPAS (DECEA):** Código da Solicitação: _____
- Anuência Aeroportuária:** Autorizado por: _____

ASSINATURA PILOTO

VISTO SGSO / GESTOR

2. ANÁLISE DE RISCO (AISO)

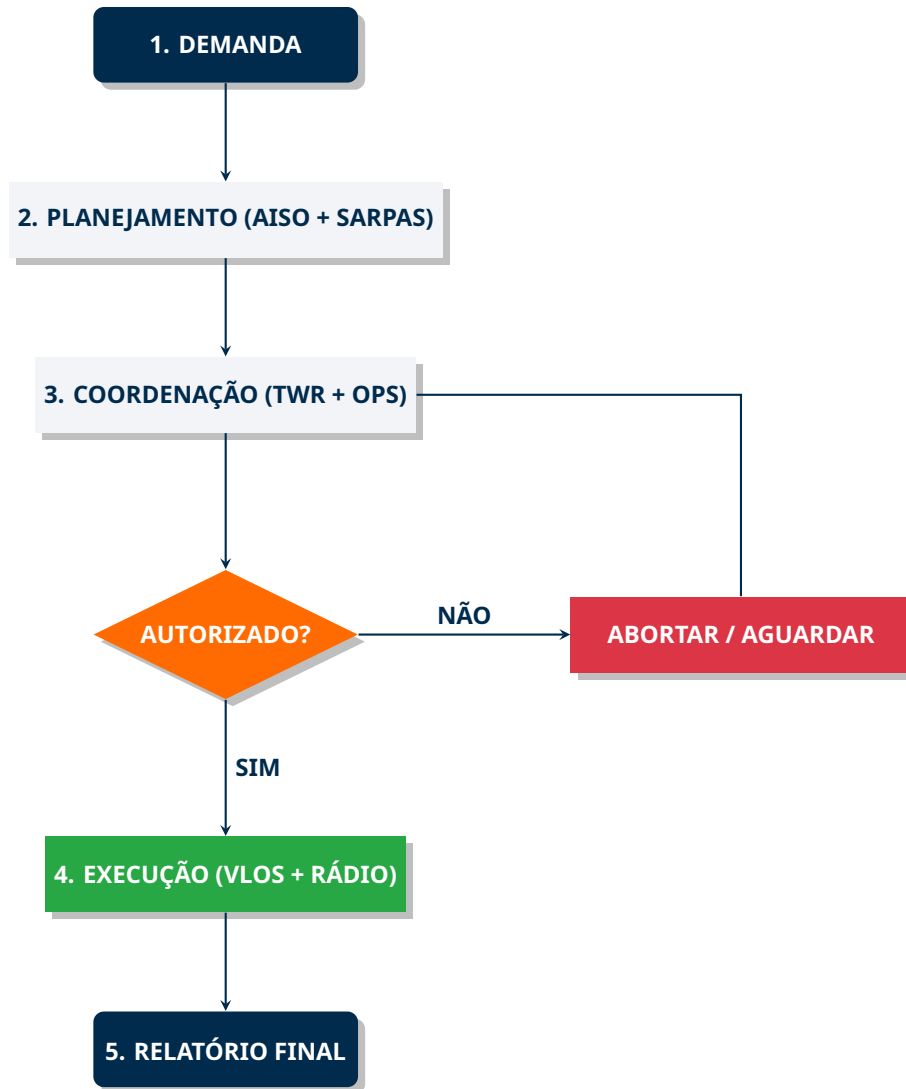
Avaliação de Impacto à Segurança Operacional

FONTE DE PERIGO	CONSEQUÊNCIA	RISCO	MITIGAÇÃO OBRIGATÓRIA
Aproximação de Aeronave Tripulada	Colisão aérea ou Incursão não autorizada.	CRÍTICO	<ul style="list-style-type: none">• Rádio VHF na escuta da TWR.• Pouso imediato ao comando.
Falha de Link C2 ou GPS	Perda de controle (Fly-away) ou queda.	ALTO	<ul style="list-style-type: none">• Configurar RTH (Failsafe).• Manter voo dentro do VLOS.
Fauna (Aves)	Colisão com aves ou queda do drone.	MÉDIO	<ul style="list-style-type: none">• Monitorar atividade aviária.• Abortar se houver agressividade.
Obstáculos (Cer-cas/Postes)	Colisão com infraestrutura do aeroporto.	MÉDIO	<ul style="list-style-type: none">• Observador (VO) dedicado.• Inspeção prévia da área.
Bateria Baixa	Pouso forçado em local inadequado.	ALTO	<ul style="list-style-type: none">• Iniciar retorno com 30%.• Pouso obrigatório com 20%.

Parecer do SGSO:

APROVADO REPROVADO APROVADO COM RESTRIÇÕES

3. FLUXOGRAMA OPERACIONAL



4. RELATÓRIO DE INSPEÇÃO

RESUMO DA OPERAÇÃO

Data: __/__/__

Local: _____

Drone: _____

Piloto: _____

Objetivo: Ex: Inspeção visual de pavimento e sinalização horizontal.

REGISTRO DE ANOMALIAS

ID	DESCRIÇÃO	COORDENADA	GRAVIDADE
01			<input type="checkbox"/> Alta
02			<input type="checkbox"/> Média
03			<input type="checkbox"/> Baixa

EVIDÊNCIAS FOTOGRÁFICAS

INSERIR ORTOMOSAICO GERAL

Foto Detalhe 1

Foto Detalhe 2

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Empty box for conclusions and recommendations.

5. CHECKLIST OPERACIONAL PARA OPERAÇÕES COM RPA EM AEROPORTOS

Data:	Missão:	Local:
Piloto Remoto:	Observador (VO):	Equipamento (RPA):

A. PLANEJAMENTO (ANTES DO DIA DO VOO)

- Meteorologia verificada (vento, chuva, visibilidade, raios)
- NOTAMs e restrições operacionais verificadas
- Autorizações ANAC / DECEA / ATS aplicáveis confirmadas
- Coordenação interna (Operações, SGSO, AVSEC, Fauna, REA)
- AISO-RPA elaborada / revisada e aprovada
- Firmware, aplicativo e bases de dados atualizados
- Baterias carregadas e sobressalentes disponíveis
- Rádio comunicador testado e carregado

B. AIRCRAFT CHECK (AERONAVE)

- Drone registrado e número de registro afixado na aeronave
- Modelo de drone aprovado para o tipo de operação (quando aplicável)
- Inspeção estrutural realizada (trincas, danos, folgas)
- Hélices inspecionadas (trincas, deformações ou desgaste)
- Baterias do drone e controle com carga suficiente para a missão
- Hélices, protetores e itens removíveis devidamente fixados
- Protetor de gimbal e tampas de lente removidos
- Cartão micro-SD instalado para gravação
- Local de decolagem adequado (nivelado, sem detritos, pad se necessário)

C. PRÉ-VOO (EM CAMPO)

- Área de decolagem/pouso isolada e sinalizada
- GPS, IMU e bússola verificados/calibrados
- RTH configurado (altura segura)
- Link de comando e vídeo estáveis
- Briefing da missão realizado com equipe
- Autorização TWR/ATS recebida

5. CHECKLIST OPERACIONAL PARA OPERAÇÕES COM RPA EM AEROPORTOS

D. DECOLAGEM E VOO

- Decolagem autorizada e controlada
- Pairado inicial para checagem de estabilidade
- Manutenção de VLOS e escuta ATS
- Execução conforme plano de voo
- Interrupção imediata em caso de risco

E. PÓS-VOO

- Pouso seguro e comunicado ao ATS (quando aplicável)
- Aeronave desligada e protegida
- Dados salvos e backup realizado
- Registro da missão no SGSO
- Anomalias ou desvios reportados (se aplicável)

Assinatura do Piloto Remoto:

Assinatura do SGSO/Operações: