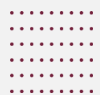


## 4º Encontro de Confiabilidade na Aviação Instituto de Logística da Aeronáutica

Engenharia de confiabilidade de sistemas aplicada no desenvolvimento de VANTs





# Disclaimer



All specifications and data presented are preliminary and subject to change without notice.

This presentation may contain confidential and proprietary material for the sole use of the intended recipient and/or may be subject to export control regulations.

Any review or distribution by others is strictly prohibited.

If you are not the intended recipient, please contact.



55 (12) 2139-1100



<https://www.akaer.com.br/en/contact>





- ▶ Apresentação Pessoal
- ▶ Análise Comparativa – VANT x Aeronave Civil
- ▶ CONOPS
- ▶ Redundância de Sistemas
- ▶ Ferramentas de Análise
- ▶ Análises x Aplicação
- ▶ Recomendações – Foco de Manutenção
- ▶ Conclusão

## AGENDA



## **CARLOS PAVAN**

Mestrando em Engenharia Mecânica com Ênfase em Energia Limpa (Hidrogênio)

Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica Engenharia Mecânica

Experiência de 38 anos na indústria Aeroespacial e de Defesa, nos Desenvolvidos e Ensaios em Voo de Aeronaves e VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado) obtida em empresas renomadas como Akaer atualmente, Embraer e Avibras.



## Análise Comparativa



### VANT

#### Foco da Análise de Confiabilidade

Operação e missão  
Ambiente hostil



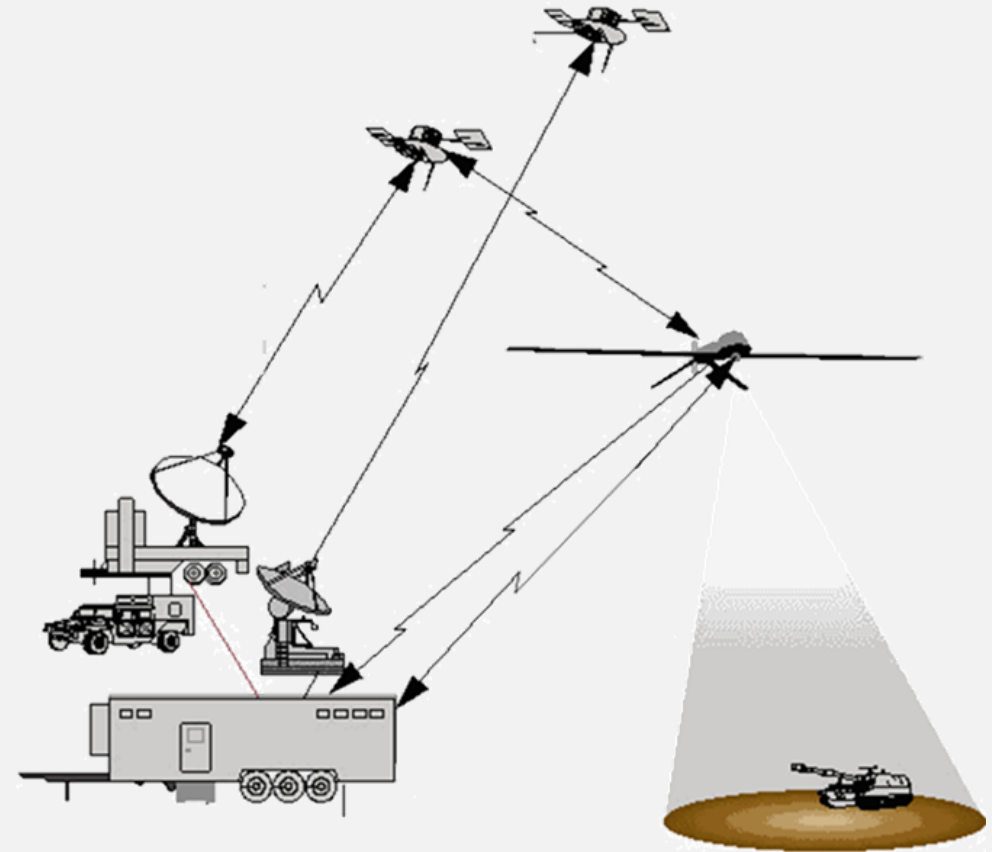
### CIVIL

#### Foco da Análise de Confiabilidade

Segurança dos passageiros  
Ambiente comum

# CONOPS

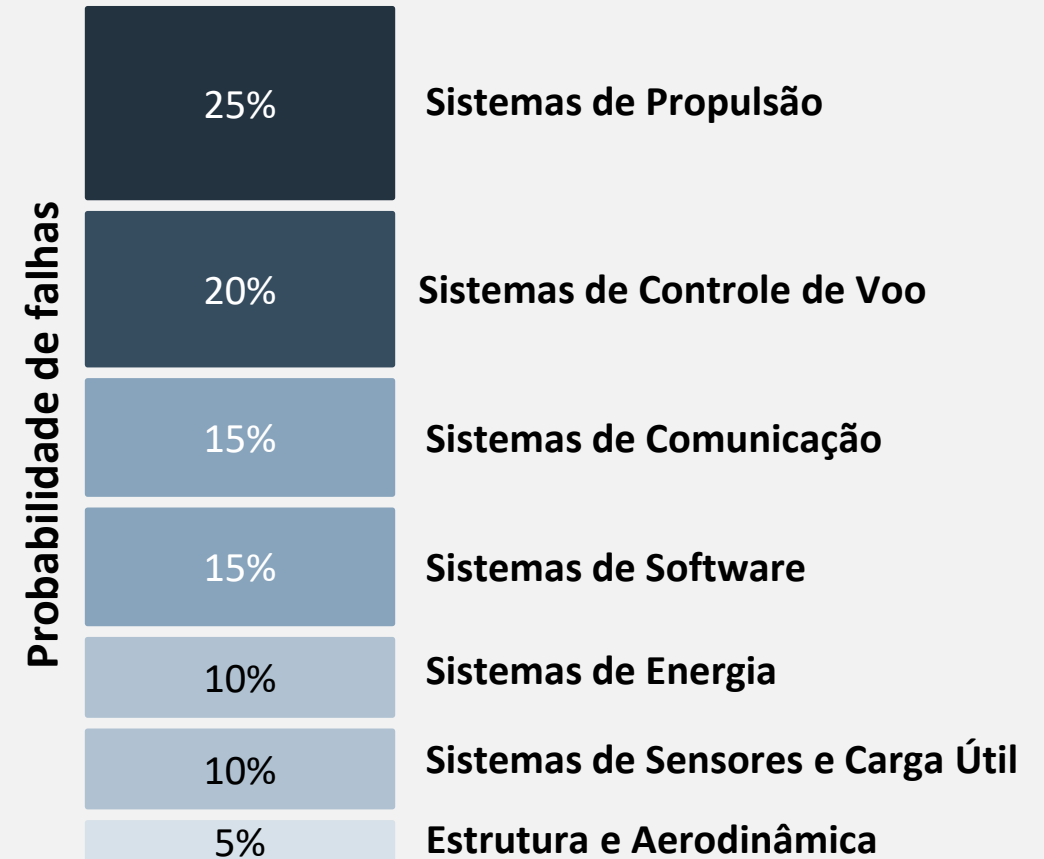
- ▶ Descrição da Missão
- ▶ Requisitos Operacionais
- ▶ Interoperabilidades e Coordenação
- ▶ Procedimentos Operacionais
- ▶ Infraestrutura e Suporte
- ▶ Treinamento e Capacitação
- ▶ Avaliação de Desempenho



# REDUNDÂNCIA DE SISTEMAS

## Identificação dos Componentes Críticos

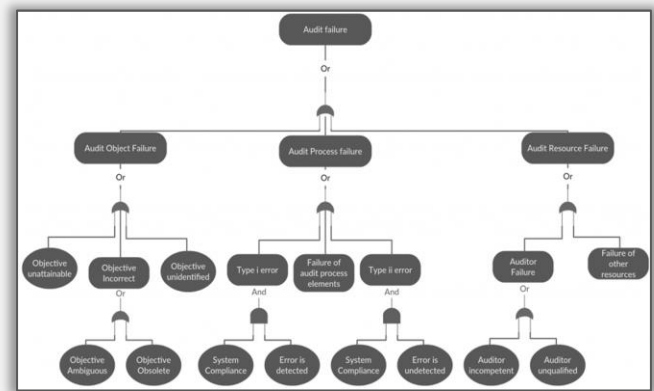
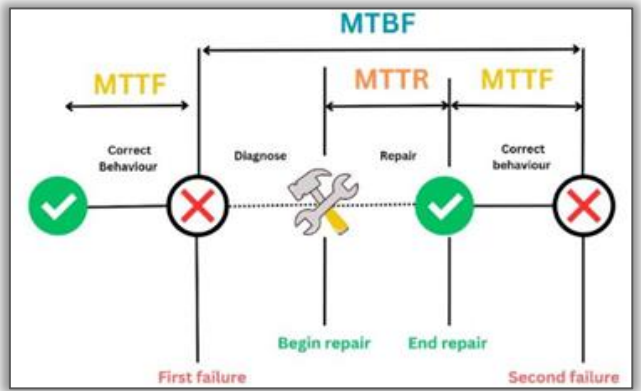
Em uma análise preliminar, podemos observar os sistemas críticos envolvidos na operação de um VANT e suas probabilidades de falhas:



# FERRAMENTAS DE ANÁLISE



Severidade - Probabilidade	Catastrófico	Perigoso (crítico)	Maior (grande)	Menor (pequeno)	Insignificante
	5A	5B	5C	5D	5E
Frequente	5A	5B	5C	5D	5E
Ocasional	4A	4B	4C	4D	4E
Remota	3A	3B	3C	3D	3E
Improvável	2A	2B	2C	2D	2E
Muito improvável	1A	1B	1C	1D	1E





## Análises X Aplicação



### **FOCO DAS ANÁLISES:**

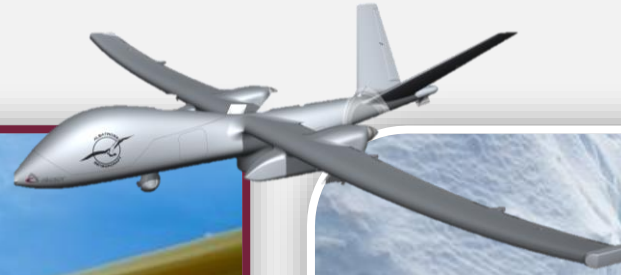
Precisão das informações coletadas, a eficiência das operações agrícolas e a segurança dos trabalhadores e do meio ambiente.



### **FOCO DAS ANÁLISES:**

Precisão das inspeções, a detecção oportuna de problemas e a prevenção de falhas catastróficas.

## Análises X Aplicação



### **FOCO DAS ANÁLISES:**

Entrega segura e oportuna dos pacotes, proteger os bens durante o transporte e minimizar perdas para as empresas.

### **FOCO DAS ANÁLISES:**

Precisão dos dados coletados, o monitoramento eficaz do meio ambiente e a tomada de decisões informadas para a proteção ambiental.

## Análises X Aplicação



### FOCO DAS ANÁLISES:

Precisão das informações coletadas, a eficácia das missões militares e a segurança das tropas.



### FOCO DAS ANÁLISES:

Segurança dos agentes de segurança pública e de ações humanitárias, a eficiência das operações e a proteção da população.

## Recomendações – Foco em Manutenção

### 1. Inspeção Visual e Diagnóstico Inicial

#### *Frequência:*

- ▶ Antes de cada voo e após cada missão.

#### *Objetivo:*

- ▶ Identificar danos visuais ou problemas óbvios na estrutura, hélices, motores, conexões elétricas, e sensores.

#### *Ações:*

- ▶ Verificar a integridade da fuselagem, asas e superfícies de controle quanto a rachaduras, deformações ou danos.
- ▶ Inspecionar as hélices para garantir que não estejam desgastadas ou danificadas.
- ▶ Checar as conexões elétricas e cabos para garantir que não há fios soltos ou desgastados.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 2. Verificação e Testes de Sistemas de Propulsão

#### *Frequência:*

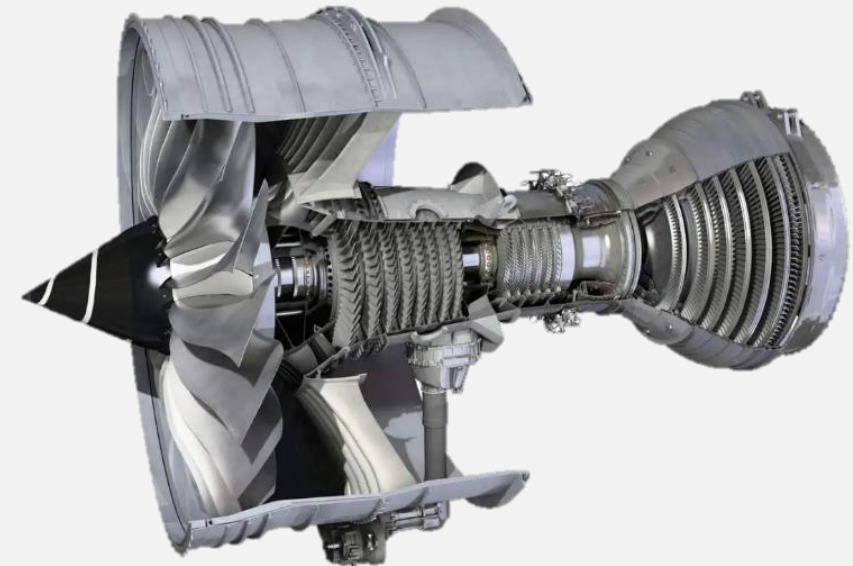
- ▶ Semanalmente ou após um número específico de horas de voo.

#### *Objetivo:*

- ▶ Garantir que os motores e sistemas de propulsão estejam funcionando dentro dos parâmetros especificados.

#### *Ações:*

- ▶ Realizar testes de rotação dos motores e analisar vibrações anormais.
- ▶ Verificar o estado das baterias, incluindo capacidade de carga e voltagem.
- ▶ Inspecionar sistemas de combustão (se aplicável) para garantir que não há bloqueios ou vazamentos.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 3. Manutenção dos Sistemas de Controle de Voo

#### Frequência:

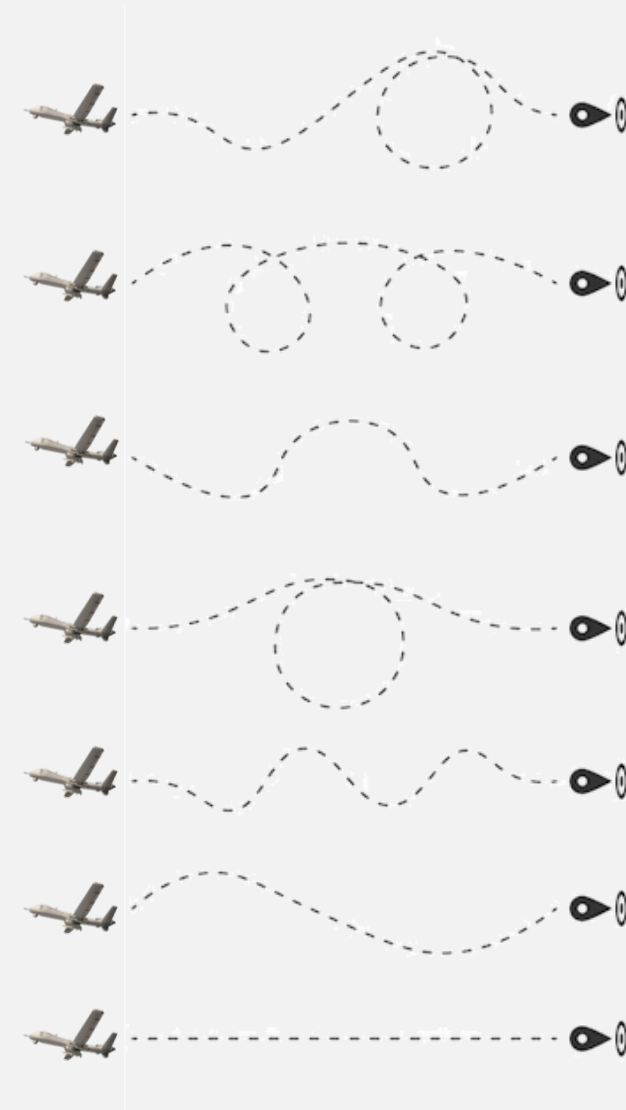
- ▶ Mensalmente e após qualquer incidente de voo.

#### Objetivo:

- ▶ Assegurar que o autopilot, sensores de navegação e atuadores estejam calibrados e funcionando corretamente.

#### Ações:

- ▶ Calibrar regularmente os sensores (IMUs, giroscópios, GPS) e verificar a precisão.
- ▶ Realizar testes de resposta dos atuadores e superfícies de controle.
- ▶ Atualizar o software de controle com a versão mais recente e realizar testes funcionais.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 4. Teste e Manutenção dos Sistemas de Comunicação

*Frequência:*

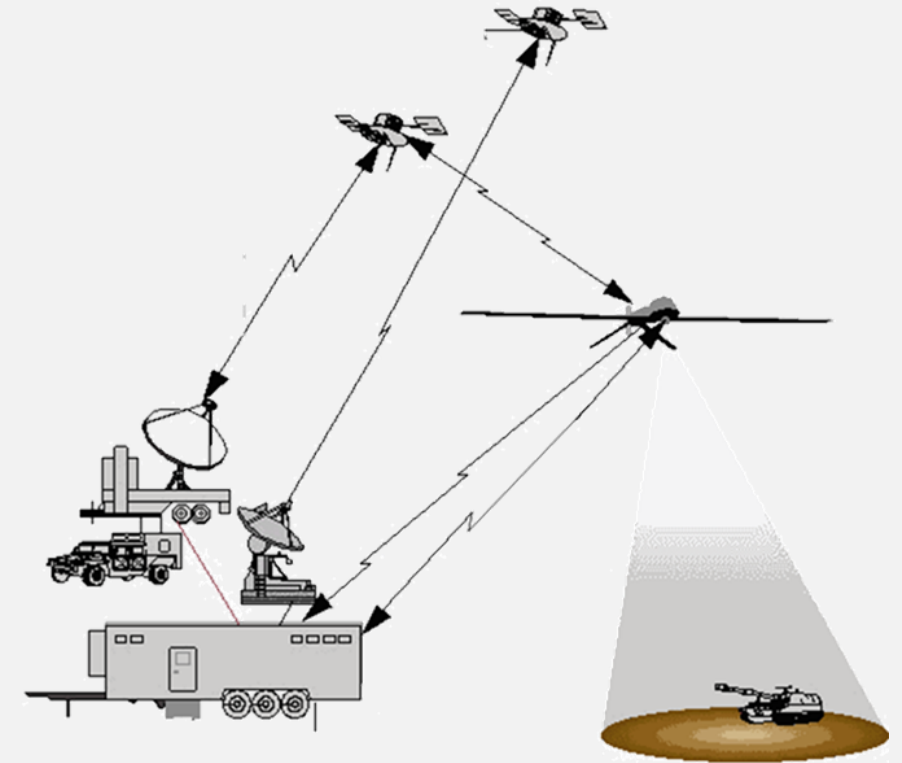
- ▶ Antes de cada voo e semanalmente.

*Objetivo:*

- ▶ Garantir que os links de comunicação estejam estáveis e que não haja interferências.

*Ações:*

- ▶ Testar a força e estabilidade do sinal de comunicação (RF, satélite).
- ▶ Verificar a integridade dos receptores e transmissores, procurando por sinais de desgaste.
- ▶ Monitorar a frequência utilizada para evitar interferências com outros dispositivos.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 5. Gestão dos Sistemas de Energia

#### Frequência:

- ▶ Antes de cada voo e mensalmente.

#### Objetivo:

- ▶ Assegurar que o sistema de energia esteja funcionando sem falhas e que as baterias estejam em boas condições.

#### Ações:

- ▶ Inspeccionar e testar as baterias, substituindo aquelas com baixa capacidade de carga.
- ▶ Verificar reguladores de energia e sistemas de distribuição para evitar sobrecarga.
- ▶ Testar o sistema de backup de energia (se aplicável).





## Recomendações – Foco em Manutenção

### 6. Manutenção dos Sensores e Carga Útil

#### Frequência:

- ▶ Semanalmente ou antes de missões críticas.

#### Objetivo:

- ▶ Garantir a funcionalidade e precisão dos sensores e dispositivos de carga útil.

#### Ações:

- ▶ Limpar e inspecionar fisicamente os sensores (câmeras, LIDAR, infravermelho) para garantir que estejam livres de obstruções.
- ▶ Testar a funcionalidade de todos os sensores e ajustar calibrações se necessário.
- ▶ Atualizar o software de processamento de dados e testar a funcionalidade.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 7. Inspeção Estrutural e Aerodinâmica

#### Frequência:

- ▶ Semanalmente e após cada incidente.

#### Objetivo:

- ▶ Verificar a integridade estrutural do VANT e assegurar a performance aerodinâmica.

#### Ações:

- ▶ Realizar inspeções detalhadas nas asas, fuselagem e superfícies de controle, buscando por sinais de fadiga ou danos.
- ▶ Verificar o alinhamento e a integridade das superfícies de controle (flaps, ailerons, leme).
- ▶ Analisar a aerodinâmica do VANT em simulações para detectar qualquer alteração na performance.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 8. Monitoramento Contínuo e Análise de Dados

#### Frequência:

- ▶ Continuamente durante a operação e após a coleta de dados.

#### Objetivo:

- ▶ Identificar padrões de falhas e realizar manutenção preditiva.

#### Ações:

- ▶ Implementar sistemas de telemetria para monitoramento em tempo real dos sistemas críticos.
- ▶ Analisar logs de voo e dados de sensores para identificar tendências ou anomalias.
- ▶ Ajustar os ciclos de manutenção baseados nas análises de dados para focar nas áreas de maior risco.



## Recomendações – Foco em Manutenção

### 9. Treinamento e Procedimentos de Equipe

#### *Frequência:*

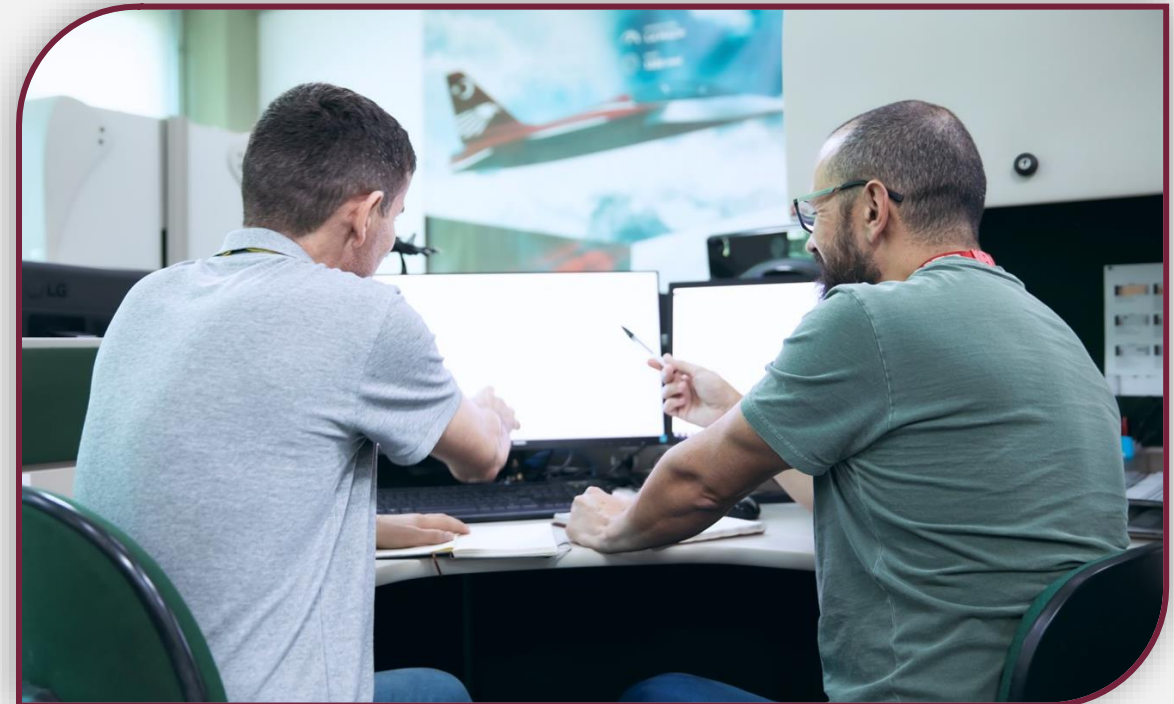
- ▶ Regularmente, com atualizações de procedimentos de manutenção e segurança.

#### *Objetivo:*

- ▶ Garantir que toda a equipe esteja atualizada e capacitada para realizar manutenções de acordo com os padrões estabelecidos.

#### *Ações:*

- ▶ Realizar treinamentos periódicos sobre procedimentos de manutenção e segurança.
- ▶ Atualizar a documentação de manutenção com novas diretrizes baseadas em análises de falhas.
- ▶ Realizar auditorias internas para garantir a conformidade com os procedimentos de manutenção.



## Recomendações



**Incentivar a colaboração entre academia, indústria e governo**

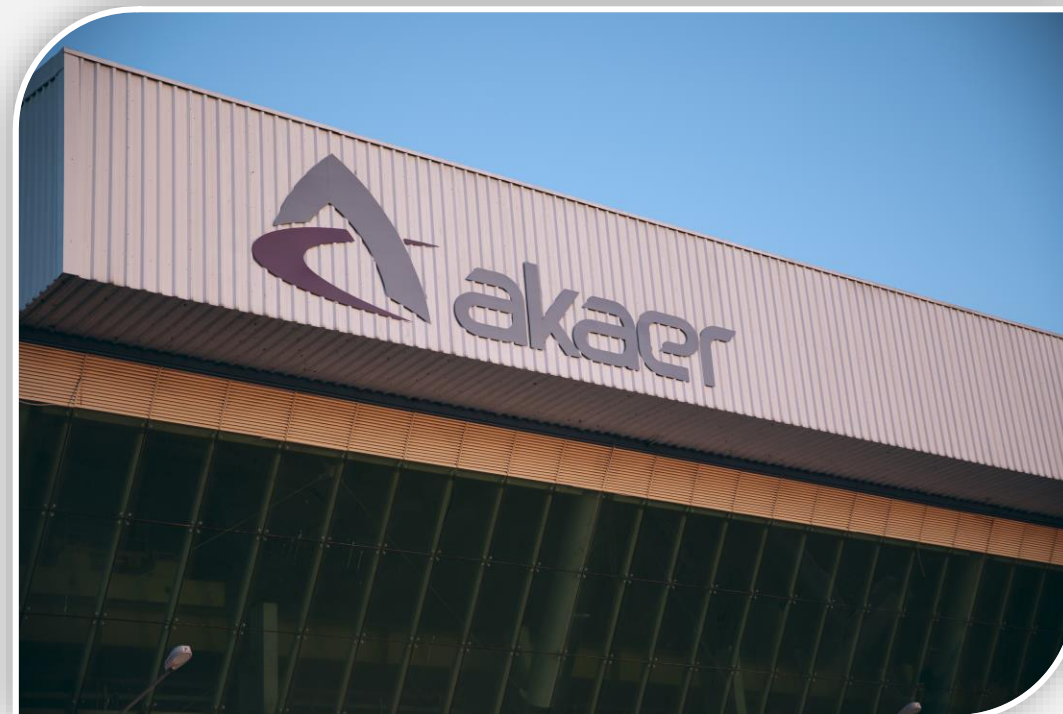


**Educar e conscientizar os Operadores de VANTs sobre a importância da confiabilidade e da manutenção dos sistemas**



**Manutenção criteriosa e processos de manutenção robustos com foco na operação da aeronave**

Um processo de manutenção bem estruturado não só mitiga as falhas potenciais, mas também prolonga a vida útil dos sistemas do VANT e melhora a segurança operacional. A implementação dessas práticas deve ser contínua e adaptativa, respondendo às condições de operação e aos avanços tecnológicos.



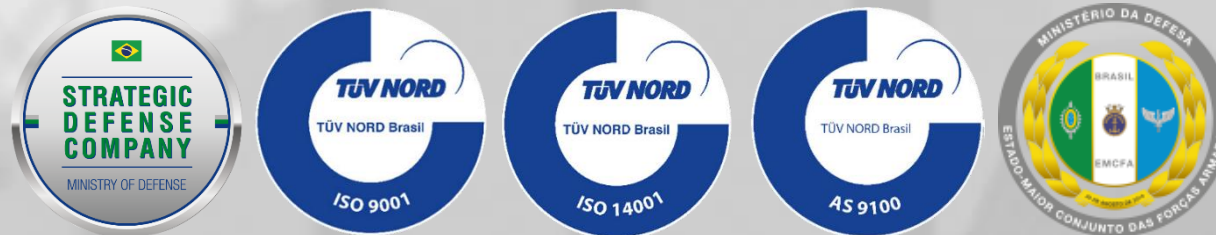
*Redes Sociais:*

Site: [www.akaer.com.br](http://www.akaer.com.br)

Instagram: <https://www.instagram.com/akaeroficial/>

Linkedin: <https://br.linkedin.com/company/akaer-engenharia-ltda>

Youtube: <https://www.youtube.com/@akaeroficial>



[www.akaer.com.br](http://www.akaer.com.br)