

## **O SISTEMA M'ARMS: AVANÇOS PROMISSORES NA MANUTENÇÃO PREDITIVA EM AERONAVES**

*“The M'ARMS system: promising advances in predictive maintenance on aircraft.”*

### **RESUMO**

O presente artigo tem por finalidade apresentar uma ferramenta inovadora de alta tecnologia, o sistema M'ARMS, a qual possibilita o monitoramento sistemático dos dados de vibração, desempenho e utilização da aeronave, permitindo assim que uma equipe de manutenção tome medidas preventivas a fim de evitar acidentes e garantir a segurança dos ocupantes e da aeronave. O objetivo deste estudo é demonstrar a importância da manutenção preditiva por meio de uma ferramenta tecnológica que contribui com a adoção de uma cultura sistêmica dentro das Organizações Militares.

**Palavras-chave:** Ferramenta. Manutenção Preditiva. Segurança.

### **Felipe Rodrigues Mello**

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
E-mail: felipemello.rodrigues@eb.mil.br

### **Jonathas Ferreira Silva**

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
E-mail: jonathas.silva@eb.mil.br

### **Josiel Severino da Silva Junior**

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
E-mail: josiel.junior@eb.mil.br

### **Mateus Rodrigues Braz**

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
E-mail: mateus.braz@eb.mil.br

### **Pedro Vitor Rocha de Souza Paiva**

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
E-mail: pedrovitor.paiva@eb.mil.br

### **ABSTRACT**

This article aims to introduce an innovative high-tech tool, the M'ARMS system, designed for the systematic monitoring of vibration, performance, and aircraft usage data. This tool enables maintenance teams to take preventive measures, thereby avoiding accidents and ensuring the safety of occupants and the aircraft. The study's objective is to demonstrate the importance of predictive maintenance through a technological tool that contributes to the adoption of a systemic culture within Military Organizations.

**Keywords:** Tool. Predictive Maintenance. Safety.



## 1 Introdução

Os meios aéreos da Aviação do Exército têm desempenhado um papel de suma importância em várias regiões do Brasil, em atividades como a execução de operações militares diuturnas, serviços de emergência e transporte civil. Com o aumento constante de emprego e operacionalidade das atividades aéreas, a segurança dessas aeronaves tem sido uma preocupação constante nas Organizações Militares (OM).

Felizmente, na expertise de manutenção em aeronaves há o desenvolvimento contínuo de tecnologias inovadoras que tem como objetivo melhorar a Segurança de Voo ou Segurança Operacional, que é definida pelo Ministério da Defesa (2022, p. 11) como: “estado no qual os riscos associados às atividades de aviação, relacionados ou em apoio direto à operação de aeronaves, são reduzidos e controlados em um nível aceitável”.

Entre essas tecnologias, destaca-se o sistema M'ARMS (*Modular Aircraft Recording Monitoring System*), empregado no helicóptero H225M, uma ferramenta modular avançada que possibilita o monitoramento sistemático dos dados de vibração, desempenho e utilização da aeronave (PESSANHA, 2017, p. 24).

O H225M é um helicóptero bimotor de porte médio, utilizado pelas Forças Armadas Brasileiras, com capacidade total de transporte de trinta e um militares, ele é produzido na Helibrás em Itajubá, no estado de Minas Gerais.

Nesse contexto, há que se perguntar: como continuar com elevado nível operacional sem prejudicar a segurança de voo? A utilização de ferramentas no incremento da manutenção preditiva pode ser a resposta para essa problemática. De acordo com Chiochetta, Hatakeyama, Marçal (2004) a manutenção preditiva “é um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam a performance ou desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção”.

## 2 Desenvolvimento

O sistema M'ARMS, como parte integrante de uma ferramenta preditiva, é um componente adicional ao Programa de Manutenção da Aeronave, que combina automação e sensoriamento avançado para monitorar constantemente as condições de voo. Esse sistema é composto por uma série de sensores e módulos de monitoramento que coletam dados em tempo real, permitindo uma análise precisa do desempenho da aeronave.



O primeiro módulo é o CVFDR (*Combined Voice and Flight Data Recorder*), um gravador que salva a qualquer momento os últimos dados históricos: parâmetros obrigatórios e recomendados, que poderão ser utilizados para perícia em caso de acidente ou investigação.

O segundo módulo, o UMS (*Usage monitoring*), monitora a condição dos dados de voo em todos os voos e integra o histórico de contagem de horas para trabalho de manutenção.

Por último, o módulo HUMS (*Health monitoring*), que por meio da extração de indicadores do espectro de vibração de diversos componentes mecânicos, qualificados como “indicadores de saúde”, permite a identificação de qualquer degradação de desempenho e fornece uma ajuda importante para acompanhar essas tendências mecânicas.

Uma das principais vantagens do M'ARMS é a sua capacidade de detectar potenciais falhas e anomalias antes que elas se tornem problemas graves. O sistema é capaz de identificar variações de temperatura, pressão, vibração e outros parâmetros que podem indicar o surgimento de problemas mecânicos ou estruturais. Essa capacidade de detecção precoce, por meio do monitoramento dos dados de voo diário e da análise de tendências por profissional qualificado, permite que a equipe de manutenção tome medidas preventivas a fim de evitar acidentes e garantir a segurança dos ocupantes e da aeronave.

“Monitorar os dados de voo e analisar tendências de indicadores e resultados de manutenção certamente são processos eficazes de identificação de perigos, bem como constituem defesas relacionadas à tecnologia que impede a trajetória das condições latentes de um acidente aeronáutico.” (OLIVEIRA; DUARTE, 2018, p. 28)

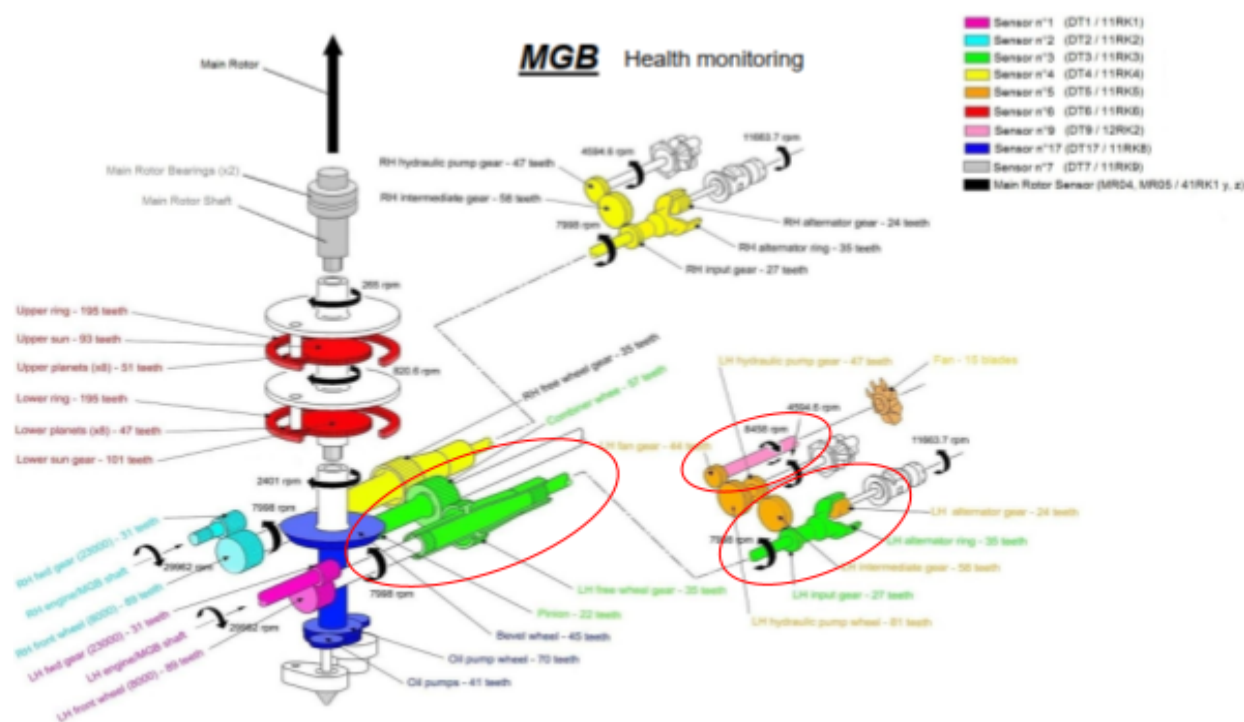
Além disso, o M'ARMS também oferece benefícios em termos de manutenção e redução de custos operacionais. Ao monitorar continuamente o desempenho da aeronave, o sistema possibilita um planejamento mais eficiente da manutenção, evitando paradas não programadas e prolongando a vida útil dos componentes, conceito esse definido como manutenção preditiva.

“A manutenção preditiva é parte da manutenção preventiva e é composta por um conjunto de procedimentos baseados em parâmetros técnicos que visam a caracterizar, acompanhar, diagnosticar e analisar a evolução do estado do material de aviação. Destina-se a subsidiar o planejamento e a execução de intervenções antecipadas de manutenção, possibilitando a previsão de anomalias e a operação contínua pelo maior tempo possível.” (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2022, p. 61)

Como exemplo dessa sistemática, segue uma breve análise realizada com dados de vibração de componentes da Caixa de Transmissão Principal (CTP) de um helicóptero H225M, na qual verifica-se, por meio de gráficos e alarmes gerados pelo *software MGS (Maintenance Ground Station)*, a tendência de desgastes e anomalias, conforme figuras 1, 2 e 3.

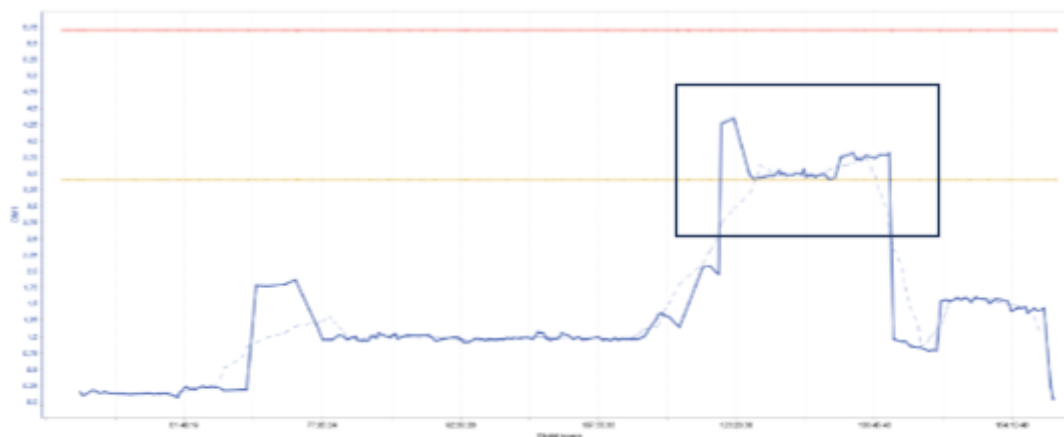
A figura 1 identifica os diversos sistemas mecânicos de uma Caixa de Transmissão Principal de forma didática, tais como: engrenagens, rolamentos e eixos. Correlacionando-os por meio de cores com seu respectivo acelerômetro, o qual mede ou efetua medições do movimento de um objeto a partir do seu estado de repouso (PASSOS, 2019, p. 25).

**Figura 1:** Imagem dos componentes da CTP e seus respectivos acelerômetros



Fonte: Manual M'ARMS / H225M

Verifica-se, no gráfico da figura 2, uma mudança de etapa do parâmetro OM1 do *Oil Cooler Fan Shaft* (eixo do ventilador do arrefecedor de óleo), com oscilações no limite âmbar (linha amarela) e acendimento de alarme no *software MGS*. Essa mudança pode indicar uma possível folga anormal no eixo do ventilador, o que ocasionaria um desbalanceamento do eixo e sua ruptura.

**Figura 2:** Gráfico - *Oil Cooler Fan Shaft* – acelerômetro 12RK2

Observa-se, pelo gráfico da figura 3, uma alteração no comportamento do parâmetro Mod27 do *LH Free Wheel Gears* (engrenagens da roda livre esquerda), com oscilações no limite âmbar (linha amarela) e acendimento de alarme no *software MGS*. Essa alteração pode indicar um possível desgaste da engrenagem da roda livre esquerda, o que ocasionaria um mau funcionamento desse componente.

Com o emprego de ferramentas de monitoramento de vibrações, o nível de confiabilidade e segurança da aeronave tem um aumento significativo, porque um sistema integrado permite a correta identificação de tendências de falhas. [...] Essas ações caracterizam os procedimentos relacionados à manutenção preditiva e do ponto de vista da segurança de voo, a maior vantagem é que os componentes são substituídos antes das falhas. (PASSOS, 2019, p. 33)

**Figura 3:** Gráfico - *LH Free Wheel Gears* - acelerômetro 11RK3

Fonte: print screen do gráfico no *Software MGS*



Destaca-se ainda que, tão importante quanto o sistema M'ARMS, é a capacitação dos militares envolvidos nas operações aéreas, sejam eles pilotos ou mecânicos, dentro de seus níveis de atuação, com a finalidade de garantir o correto monitoramento dos dados de voo e análise das tendências dos componentes, contribuindo assim com uma cultura de manutenção preditiva. A capacitação é fundamental para que o pessoal de manutenção desenvolva as habilidades que estão diretamente ligadas a qualidade do serviço prestado e oportunidades de melhorias nos equipamentos e instalações (PINTO; XAVIER, 2009, p. 122).

### **3 Conclusão**

Dessa maneira, a utilização de uma ferramenta de alta tecnologia que possibilita a análise de dados de uso, saúde e vibrações de estrutura e motor do helicóptero H225M por profissional qualificado, contribuirá sobremaneira com a adoção de uma cultura sistêmica de manutenção preditiva dentro das Organizações Militares da Aviação do Exército.

Diante do exposto, verifica-se que o sistema M'ARMS representa um avanço promissor na segurança das operações aéreas. Essa ferramenta melhora significativamente a segurança das aeronaves e garante voos mais seguros, por meio de sua capacidade de monitoramento constante de parâmetros e dados de voo, detecção precoce de falhas e desgastes em componentes mecânicos.



## Referências

AIRBUS HELICOPTERS TRAINING SERVICES. **M'ARMS / H225M**. França, 2020.

CHIOCHETTA, João Carlos; HATAKEYAMA, Kazuo; MARÇAL, Rui Francisco Martins. **“Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa”**. Artigo publicado no XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Enegep; Florianópolis, SC. Novembro de 2004.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **LOGÍSTICA DE AVIAÇÃO DO EXÉRCITO**. Brasília: Biblioteca Digital do Exército, 2022. p. 61. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/12051>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **NSCA 3-15 - GESTÃO DA SEGURANÇA DE VOO NA AVIAÇÃO MILITAR: INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**. Brasília, 2022. p. 11. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/seguranca-de-voos>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

OLIVEIRA, Ronaldo Barreto de; DUARTE, Adriano Primo. Monitoramento de Dados de Voo e Análise de Tendências em Manutenção Aeronáutica como ferramenta de Segurança Operacional. **Revista “O Águia”**, 4. ed., v. IV, n. 4, p. 27-31, 2018. São Paulo. Disponível em: <https://www.pilotopolicial.com.br/revista-o-aguia-4a-edicao-2018/>. Acesso em: 28 de setembro de 2023.

PASSOS, Smayk Henrique. **O emprego do sistema HUMS em aeronaves de asas rotativas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Anhanguera Educacional. Taubaté, São Paulo, 2019.

PESSANHA, Carlos Eduardo Nunes. O M'ARMS e a Manutenção Preditiva - uma ferramenta valiosa para a segurança de voo. Revista Informativa de Segurança de Aviação. **Revista da Aviação Naval**, v. 47 n. 77, p. 22-25, 2017. Rio de Janeiro, Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/aviacaonaval/issue/view/386>. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

PINTO, Alan K.; XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck 3. ed., p. 105-160, 2009.