



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

CLAUDOMIRO FELTRAN JUNIOR, Ten Cel Av

**Gestão logística do F-39 e KC-390: Um desafio para a FAB**

Rio de Janeiro  
2021

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

CLAUDOMIRO FELTRAN JUNIOR, Ten Cel Av

**Gestão Logística do F-39 e KC-390: um desafio para a FAB**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso Avançado de  
Comando e Estado-Maior da Escola de  
Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.  
Linha de Pesquisa: Operações Militares.  
Orientador: Flávio Cardoso Abadie.

Rio de Janeiro  
2021

## RESUMO

Este artigo teve o propósito de verificar em que medida a utilização do Sistema Integrado de Logística de Material e Serviços (SILOMS) contribui para a gestão logística dos Projetos F-39 e KC-390. Baseando-se no conceito logístico de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e na metodologia definida pelo *Maintenance Steering Group-3* (MSG-3), a pesquisa inicialmente buscou identificar em livros consagrados em logística e em normas internacionais, bem como em documentos oficiais do Comando da Aeronáutica (COMAER), os processos de manutenção necessários ao gerenciamento eficiente do ciclo de vida de um projeto baseado no conceito de MCC. Ainda nesse contexto, foram levantadas todas as informações técnicas necessárias à gestão eficiente do suporte logístico dos projetos F-39 e KC-390. Comparando os dados necessários a gestão, com as informações fornecidas pelo SILOMS, identifica-se que o modelo de gerenciamento de manutenção de aeronaves utilizado atualmente pelo SILOMS não suporta totalmente as necessidades dos projetos F-39 e KC-390. O estudo conclui, portanto, que o SILOMS pode contribuir para uma gestão logística eficiente dos projetos F-39 e KC-390, desde que trabalhe conjuntamente com um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado capaz de coletar e processar os dados operacionais e de manutenção das aeronaves de forma a se complementarem, nos mais diversos processos logísticos.

**Palavras-chave:** confiabilidade; gestão de frota; SILOMS.

## ABSTRACT

*This article aimed to verify to what extent the use of the Integrated Material and Services Logistics System (SILOMS) contributes to the logistics management of Projects F-39 and KC-390. Based on the logistical concept of Reliability Centered Maintenance (RCM) and the methodology defined by the Maintenance Steering Group-3 (MSG-3), the research sought to identify in established books on logistics and international standards, as well as in official documents of the Brazilian Air Force Command (COMAER) the maintenance processes necessary for the efficient management of the life cycle of a project based on the RCM concept. Also in this context, all the technical information necessary for the efficient management of the logistical support of the F-39 and KC-390 projects were collected. Comparing the data required for management with the information provided by SILOMS, it is identified that the aircraft maintenance management model currently used by SILOMS does not fully support the needs of the F-39 and KC-390 projects. Therefore, the study concludes that SILOMS can contribute to an efficient logistical management of the F-39 and KC-390 projects, since it works together with a computerized maintenance management system capable of collecting and processing operational and maintenance data from aircraft in order to complement each other in the most diverse logistical processes.*

**Keywords:** *fleet management; reliability; SILOMS.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Metodologia MSG-3 .....	16
------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução das metodologias.....	15
Tabela 2 – Dados propostos para a gestão no MSG-3.....	17
Tabela 3 – Planilha padronizada pelo MCA-15.....	18
Tabela 4 – Dados do ILS dos projetos F-39 e KC-390.....	21
Tabela 5 – Módulo Manutenção do SILOMS.....	23
Tabela 6 – Análise comparativa entre processos e percentual de atendimento. ....	25
Tabela 7 – Informações indisponíveis no SILOMS.....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**BIT** – *Built-in-test*

**COMAER** – Comando da Aeronáutica

**COMGAP** - Comando Geral de Apoio

**ERP** - *Enterprise Resources Planning*

**FAB** – Força Aérea Brasileira

**FDR** - *Flight Data Recorders*

**FMECA** - *Failure Mode Effect Criticality Analysis*

**GSE** – *Ground Support Equipment*

**HH** – Homem-Hora

**ILS** – Suporte Logístico Integrado

**LSA** - *Logistic Support Analysis*

**MCA** – Manual do Comando da Aeronáutica

**MCC** – Manutenção Centrada em Confiabilidade

**MRP** - *Management Resources Planning*

**MSG-3** – *Maintenance Steering Group-3*

**MSI** – *Maintenance Significant Item*

**MTBF** - *Mean Time Between Failures*

**MTBR** - *Mean Time To Repair*

**NSN** – *National Stock Number*

**PN** – *Part Number*

**QPA** – Quantidade por aeronave

**SILOMS** - Sistema Integrado de Logística de Material e Serviços

**S/N** – *Serial Number*

**TBO** - *Time Between Overhauls*

**TLV** – Tempo Limite de Vida

**TO** - *Technical Order*

**TSN** - *Time Since New*

**TSO** - *Time Since Overhaul*

**WDC** - *When Discovered Code*

**WUC** - *Work Unit Code*

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
3	METODOLOGIA .....	13
4	APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	14
4.1	Suporte Logístico dos Projetos F-39 e KC-390 .....	19
4.2	SILOMS .....	22
4.3	Análise dos dados.....	24
5	CONCLUSÃO .....	27
	REFERÊNCIAS.....	30

## 1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, os programas de aquisição de defesa têm, como característica, a obtenção de produtos desenvolvidos com as mais avançadas tecnologias disponíveis, de forma a proporcionar níveis de prontidão e de poderio bélico cada vez maior. Projetos dessa natureza requerem, em sua maioria, metas bastante ambiciosas e que trazem elevados níveis de incerteza e de risco técnico, os quais são mitigados por gestões cada vez mais eficazes e eficientes.

Nesse contexto, diversas Forças Aéreas do mundo são desafiadas a procurar soluções que promovam o aumento de eficiência na gestão de suas frotas de aeronaves. A Força Aérea Brasileira (FAB), por sua vez, busca constantemente alternativas que possibilitem gerir o ciclo de vida de seus projetos de uma forma eficiente e eficaz, com o intuito de aumentar a disponibilidade com a devida redução dos custos de manutenção.

Considerando o crescente desenvolvimento tecnológico das novas aeronaves, a utilização de conceitos de manutenção centrada em confiabilidade integrando as técnicas do *Maintenance Steering Group-3 (MSG-3)*, a análise estatística e a análise sistêmica de falhas são essenciais para a manutenção eficiente da frota e requerem um desafio da administração em planejar, coordenar e controlar todas as atividades necessárias ao suporte de um sistema complexo.

Esse novo conceito de gestão é capaz de produzir uma enorme quantidade de dados técnicos de operação dos sistemas capacitando a evolução do modelo de manutenção preventiva para o modelo de manutenção preditiva. Nesse contexto, para que a logística trabalhe de forma eficiente, ela necessita de processos rápidos de levantamento e análise estatística dos dados de operação e manutenção para que se possa efetuar uma análise sistêmica das falhas e assim efetuar os desdobramentos necessários ao suporte da frota. Todos esses dados necessitam ser processados por um sistema de gerenciamento de manutenção informatizado, capazes de transformar os dados produzidos em informações úteis ao gerenciamento eficiente.

Neste diapasão, os novos projetos F-39 e KC-390 estão capacitados no uso intensivo de sensores inteligentes com a finalidade de monitoramento constante da condição dos mais diversos sistemas, permitindo assim a coleta de todos os dados

operacionais e de manutenção. Com isso, possibilita um diagnóstico precoce das falhas e conseqüentemente ações eficientes de manutenção.

Atualmente, todo o suporte ao gerenciamento dos projetos das aeronaves da FAB é realizado pelo Sistema Integrado de Logística de Material e Serviços (SILOMS). Esse sistema é balizado por uma estrutura logística parametrizada no modelo de manutenção preventiva e customizado pelo plano de suprimento e manutenção de cada projeto, o qual inclui todo o planejamento relacionado ao estabelecimento de requisitos para o suporte geral de um sistema ao longo do seu ciclo de vida.

Conforme visto anteriormente, percebemos que o modelo atual de gerenciamento logístico da FAB necessita ser adaptado para que possibilite o suporte logístico eficiente das novas plataformas F-39 e KC-390.

Diante do acima exposto, surge neste pesquisador a inquietação que leva ao problema que este trabalho visa responder: em que medida a utilização do SILOMS contribui para a gestão logística dos Projetos F-39 e KC-390?

No intuito de ajustar a linha de raciocínio, foram elencadas algumas questões norteadoras:

1) Quais os modelos de gerenciamento logístico proposto pelos Planos de Suporte Logístico das aeronaves F-39 e KC-390?

2) Qual o modelo de gerenciamento de manutenção de aeronaves utilizado pelo SILOMS?

3) Há perda de eficiência ao utilizar somente o SILOMS como sistema de gerenciamento das frotas F-39 e KC-390?

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo geral investigar a viabilidade da utilização do SILOMS como sistema de gestão de frota das aeronaves F-39 e KC-390, baseando-se no conceito logístico de manutenção centrada em confiabilidade e na metodologia definida pelo MSG-3. E, para o cumprimento do objetivo geral acima registrado, coube a este trabalho considerar os seguintes objetivos específicos:

a) identificar os modelos de gerenciamento proposto por autores consagrados e pelo COMAER para as aeronaves desenvolvidas no conceito de MSG-3;

b) examinar o Plano de Suporte Logístico das aeronaves F-39 e KC-390 e seu modelo de gerenciamento logístico proposto;

c) identificar o módulo de manutenção do SILOMS incluindo os processos de planejamento, controle, produção e engenharia; e

d) comparar qualitativamente o impacto logístico na utilização do SILOMS como sistema de gestão de frotas das aeronaves F-39 e KC-390.

Assim sendo, este estudo reveste-se de importância para a FAB na medida em que o custo logístico da hora de voo desses projetos é significativamente elevado e processos mais modernos e enxutos podem fazer com que o sistema logístico da FAB se torne mais eficiente e eficaz, a menores custos. Resumindo, possibilita fazermos mais com menos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo dos anos, o conceito de logística tem crescido dentro das organizações como fator essencial para o sucesso. Segundo Blanchard (2004), na área de defesa, o escopo da logística tem sido enfatizado através do apoio logístico integrado, definido como uma abordagem unificada e interativa nas atividades gerenciais e técnicas, as quais são necessárias para integrar considerações de apoio dentro do plano de um sistema ou equipamento, adquirir e desenvolver requisitos de apoio aos objetivos e providenciar o apoio para a fase operacional ao menor custo possível. A integração dos elementos de um sistema é refletida pela organização de sua cadeia de processos, produzindo resultados satisfatórios. Segundo Davenport (1994) processo é a ordenação específica das atividades de trabalho, no tempo e no espaço, com um começo, um fim, e *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) claramente identificados.

O Departamento de Defesa dos USA (DoD, 2003) define que os principais elementos de um suporte logístico integrado incluem as interfaces de concepção/suporte aos sistemas, planejamento da confiabilidade e manutenibilidade, equipamentos de teste e apoio, suprimento, transporte e manuseio, dados técnicos, instalações, pessoal e treinamento, recursos financeiros para o suporte logístico, informação para gestão do suporte logístico, e serviços de suporte contratados. A ênfase aqui é dada ao suporte eficaz e eficiente desses sistemas ao longo de todo o seu ciclo de vida planejado. Ela inclui não só a manutenção e o suporte continuado a estes sistemas durante o seu período de

utilização, mas também a concepção desses sistemas com vistas à confiabilidade, manutenibilidade e suportabilidade.

Nesta apreciação de suporte logístico integrado (ILS) e considerando que a confiabilidade, a manutenibilidade e a suportabilidade de um sistema de armas são os elementos logísticos que determinam a disponibilidade e os custos do sistema, fica certo de que um modelo de gestão eficiente e eficaz deverá ser provido para o bom desempenho desses fatores.

Para melhor compreender os termos é indispensável defini-los e citar o que DoD (2003) estabelece para cada termo:

Confiabilidade é a capacidade de um sistema funcionar como concebido, em um ambiente operacional, durante um determinado período, sem falhas.

Manutenibilidade é a capacidade de um sistema ser reparado e restaurado pelo serviço de manutenção, quando realizado por pessoal com os níveis especificados e procedimentos e recursos previstos.

Suportabilidade é o grau de facilidade com que as características do sistema e os recursos logísticos planejados, incluindo os elementos de suporte logístico integrado permitem a disponibilidade do sistema e o atendimento aos requisitos de utilização. (DoD, 2003, p.52)

Segundo Blanchard (2004), a maior parte dos custos do Ciclo de Vida de um projeto é atribuída às atividades de suporte logístico, chegando a ultrapassar 75 % dos custos totais. Sendo assim, a gestão do suporte logístico de um sistema é de fundamental importância para a obtenção do objetivo planejado que nada mais é que uma alta disponibilidade de aeronaves a um custo baixo. Atualmente, em consequência das restrições orçamentárias, o gerenciamento logístico necessita buscar um equilíbrio entre o desempenho do sistema, a disponibilidade do sistema, a eficiência do processo e os custos totais do projeto. Para isso, a logística da FAB aplica-se constantemente em seus processos da Teoria das Restrições (Goldratt, 2003) para identificar os gargalos de cada projeto para uma gestão logística mais eficiente.

Ainda conforme Blanchard (2004), a gestão do suporte logístico integrado é:

Um conjunto de todas as considerações de suporte necessárias para assegurar o apoio eficaz e economicamente viável de um sistema ou equipamento, em todos os níveis de manutenção para o seu ciclo de vida programado. É uma parte integrante de todos os outros aspectos de aquisição e operação de sistemas. (Blanchard, 2004, p.7)

Esse suporte logístico integrado aliado ao modelo de manutenção centrada em confiabilidade requer boas e sólidas práticas de manutenção que são essenciais para um gerenciamento de manutenção eficaz.

Segundo Campbell e Jardine (2001):

O gerenciamento de manutenção é definido como todas as atividades da gestão que determinam os objetivos ou prioridades de manutenção, estratégias, e responsabilidades e implementá-las por meio de planejamento, controle e supervisão da manutenção, além de vários métodos de melhoria, incluindo aspectos econômicos na organização. (Campbell e Jardine, 2001, p.17)

Para que esse processo de gestão possa ser eficiente, Wireman (1998) propõe:

A implementação do processo deve iniciar por meio de uma árvore de decisão projetada para auxiliar no desenvolvimento de uma melhor prática do sistema de gerenciamento de manutenção. As práticas descritas nesta árvore de decisão têm o objetivo de servir como um modelo geral para orientar o processo de desenvolvimento do gerenciamento de manutenção. (Wireman, 1998, p.136)

As práticas descritas na formação do processo de desenvolvimento do gerenciamento de manutenção para as aeronaves F-39 e KC-390 são baseadas no conceito de manutenção centrada em confiabilidade (MCC), desenvolvido por Nowlan e Heap (1978). Tal conceito tem o intuito de identificar a probabilidade de que um item execute sua função especificada, sem falhar, por um tempo determinado e dentro de condições de operação predeterminadas. Esse conceito trabalha na identificação de uma árvore de falhas, iniciando pelo modo de falha, logo após avaliam como podem afetar o funcionamento e as consequências para a operação de cada sistema. Por fim, elaboram um plano de manutenção com todas as tarefas referentes a essas falhas de forma a prevenir a ocorrência de falhas funcionais.

Nowlan e Heap (1978) conceituam manutenção centrada em confiabilidade como “a capacidade de identificar os modos de falha de um sistema, avaliar as consequências de cada uma para finalmente definir as tarefas correlatas e efetivas a prevenção de falhas funcionais”.

Esse novo modelo, que foi a base para o MSG-3, produz uma grande quantidade de dados de operação e de manutenção que devem ser processados por softwares logísticos, com a finalidade de gerar informações úteis e oportunas para o suporte logístico eficiente dessas aeronaves.

Nesta apreciação de *softwares* logísticos com o intuito de subsidiar um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado, Wireman (1998) destaca que o sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado deve fazer a coleta de dados dos equipamentos e sistemas, o mais rápido e fácil possível, para possibilitar a análise dos dados de operação e manutenção com a finalidade de

fornecer dados úteis que possam refletir nos processos de planejamento, programação e controle de manutenção dos projetos.

Por fim, após definida a fundamentação teórica que balizará a pesquisa, passa-se ao estabelecimento dos passos metodológicos percorridos pelo pesquisador na realização do trabalho.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia selecionada para essa pesquisa foi uma pesquisa bibliográfica e documental em livros consagrados sobre o conceito de manutenção centrada em confiabilidade proposta pela metodologia MSG-3 e em documentos oficiais do Comando da Aeronáutica (COMAER) e técnicos das aeronaves F-39 e KC-390.

Quanto a sua natureza, trata-se de uma análise qualitativa e, quanto ao método de abordagem, diz respeito a uma pesquisa dedutiva, uma vez que foram considerados conceitos estabelecidos por teóricos reconhecidos e em documentos oficiais do COMAER, aplicando-os ao modelo de gestão previsto para os novos Projetos F-39 e KC-390.

Esta pesquisa foi realizada sem a definição prévia de hipóteses, tendo como guia questões norteadoras.

A pesquisa foi desenvolvida com base em livros especializados em logística, bem como em normas internacionais que baseiam a análise do suporte logístico de produtos e sistemas. Os trabalhos de autores clássicos, tais como Blanchard (2004), Wireman (1998), Nowlan e Heap (1978) e Campbell e Jardine (2001), firmaram a importância vital que os princípios relacionados à gestão de um suporte logístico integrado representam para a melhor eficiência e eficácia de todo o processo de gerenciamento do ciclo de vida de um projeto. As normas definidas pelo DoD (2003), Nowlan e Heap (1978) e também pela norma S3000L balizaram as análises dos processos de suporte logístico de toda essa pesquisa.

Sendo assim, a metodologia proposta seguiu os seguintes passos:

a) Levantar, por meio de livros consagrados sobre o conceito de manutenção centrada em confiabilidade proposta pela metodologia MSG-3 e em documentos oficiais do COMAER os processos recomendados para o gerenciamento do projeto.

b) Levantar, por meio dos planos de suporte logísticos das aeronaves F-39 e KC-390, os processos logísticos necessários ao gerenciamento do projeto, baseados na metodologia MSG-3 e norma S3000L.

c) Levantar junto ao SILOMS os processos do módulo de manutenção utilizados atualmente no gerenciamento da frota de aeronaves dos demais projetos.

d) Comparar os dois processos de gestão identificando as diferenças e os percentuais de atendimento do SILOMS em relação aos dados necessários e identificar possíveis impactos no gerenciamento dos projetos F-39 e KC-390, de acordo com a metodologia MSG-3.

e) Com base no resultado, verificar a viabilidade de utilização do SILOMS, como sistema de gerenciamento da frota das aeronaves F-39 e KC-390, no cumprimento dos processos baseados na metodologia MSG-3 dos projetos em questão e os possíveis impactos causados nesse processo.

Cumprir destacar que esta pesquisa se restringiu ao estudo do gerenciamento do processo de suporte logístico da frota dos Projetos F-39 e KC-390, em virtude da oportunidade e do tempo disponível, segundo uma abordagem técnica, sem considerar, entretanto, aspectos políticos e estratégicos.

#### **4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A coleta de dados para o estudo iniciou-se pela pesquisa documental em livros consagrados sobre o conceito de MCC, proposta pela metodologia MSG-3, e em documentos oficiais do COMAER a respeito da estrutura ideal de um gerenciamento de frota para as novas aeronaves F-39 e KC-390.

O conceito de MCC é utilizado para desenvolver e otimizar as manutenções preventivas e requisitos de inspeção de um item para alcançar sua confiabilidade inerente com um programa de manutenção efetivo. Em relação às metodologias mais antigas, como MSG-1 e 2, a MCC tem como princípios a análise em nível de sistema ao invés de componente; um *top-down approach*, ao contrário do *bottom-up*; foco na preservação da função em oposição à prevenção da falha; orientação por tarefa em oposição à orientação por processo de manutenção e um direcionamento das consequências, em que a consequência das falhas é mais importante que as características técnicas. (Ahmadi, Söderholm e Kumar, 2007).

Entretanto, a tecnologia embarcada nas aeronaves não era capaz de se adequar a esse novo conceito. Com a evolução da tecnologia das aeronaves, novos regulamentos, novas regras de tolerância a danos nas estruturas das aeronaves proporcionaram uma grande influência para o desenvolvimento de novos programas de manutenção e premissas nos conceitos abordados pela metodologia da MCC, de Nowlan e Heap (1978). Todos esses pontos geraram a publicação de uma nova e aperfeiçoada metodologia pela *Air Transport Association – (ATA, 2015)*, denominada MSG-3.

As diferenças das metodologias anteriores são resumidas na seguinte tabela.

**Tabela 1:** Evolução das metodologias.

Metodologia	Características
MSG-1 (1968)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem <i>Bottom-up</i></li> <li>• Nível de componente</li> <li>• Orientação por processos de manutenção</li> <li>• Relacionado a um tipo de aeronave (Boeing-747)</li> <li>• Usam-se manutenções <i>On-Condition e Condition-Based</i></li> </ul>
MSG-2 (1970)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesmas bases teóricas do MSG-1</li> <li>• Documento genérico, sem relação com um tipo específico de aeronave</li> </ul>
MSG-3 (1980)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento genérico</li> <li>• Abordagem <i>Top-down</i></li> <li>• Nível sistêmico</li> <li>• Orientação por tarefa de manutenção</li> <li>• Ênfase em programas de inspeção estrutural</li> <li>• Diagrama de decisão lógica mais rigoroso</li> <li>• Distinção entre segurança e economia</li> <li>• Tratamento de falhas funcionais ocultas</li> </ul>

**Fonte:** Adaptado de Ahmadi, Söderholm, Kumar (2007).

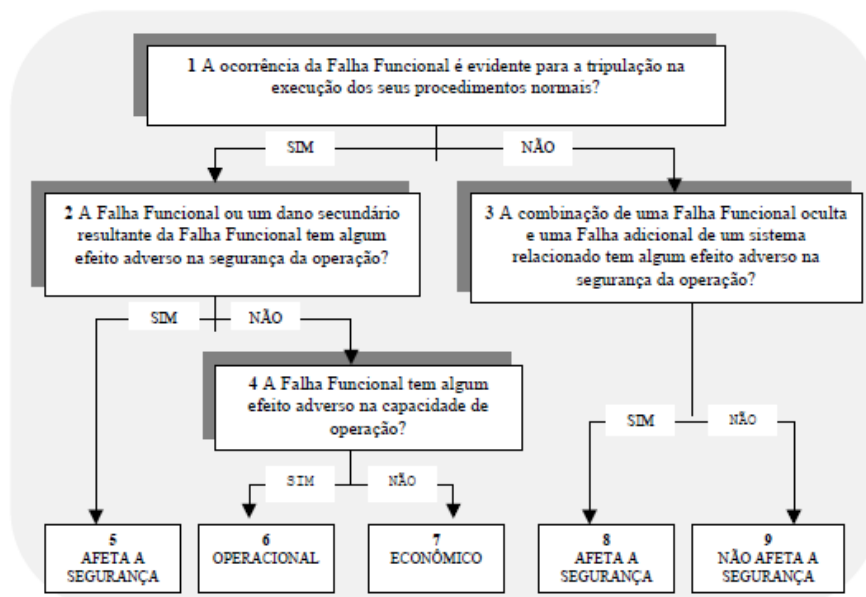
Após verificarmos a evolução das metodologias, podemos identificar que a metodologia do MSG-3 tem como objetivo desenvolver as tarefas de manutenção programada e intervalos de execução, de forma a serem aceitos pelas autoridades reguladoras, levando em consideração, principalmente, os quesitos de segurança e economicidade. Esse processo consiste em um diagrama lógico de perguntas e respostas que provê um procedimento mais racional para a definição da tarefa, possuindo uma progressão linear e direta através da lógica de decisão.

Com base nessa metodologia, o COMAER, por meio do Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 400-15, recomenda a utilização de uma árvore de decisão

estruturada como auxílio na análise para a elaboração e implantação das tarefas de manutenção preventivas mais aplicáveis (natureza e frequência) para um dado sistema.

A Figura abaixo apresenta um modelo simplificado de decisão lógica da análise de MCC, onde a segurança do sistema é considerada um fator crítico de decisão em relação a desempenho e custo.

**Figura 1** – Metodologia MSG-3.



**Fonte:** Brasil, 2006.

Através da análise criteriosa dos sistemas da aeronave como um todo, a metodologia vai se aprofundando nas funcionalidades e consequência das falhas dos componentes, de forma a selecionar os candidatos para aplicação da metodologia. Com essa abordagem, é possível focar nos componentes que realmente afetam os quesitos citados, de forma a otimizar o programa de manutenção da aeronave, diminuindo seu tempo de indisponibilidade e custos por tarefas de manutenção desnecessárias, não efetivas ou intervalos incoerentes.

O processo apresentado na figura 1 é dividido em dois níveis de análise. No primeiro momento, aplicam-se as questões numeradas de 1 a 4. O passo seguinte será a análise das consequências de cada falha funcional para determinar a categoria de efeito da falha que deve responder as seguintes questões:

a) A falha pode ser indetectável ou não provável de ser detectada pela tripulação durante as atividades normais?

b) A falha pode afetar a segurança (no solo ou em voo), incluindo sistemas e equipamentos de segurança/ emergência?

c) A falha pode ter impacto operacional significativo?

d) A falha pode ter impacto econômico significativo?

O processo supracitado precisa ser aplicado aos itens mais importantes do sistema. Esses itens são denominados *Maintenance Significant Item (MSI)*, ou seja, itens significantes para a manutenção e devem fazer parte do plano de manutenção das aeronaves. Segundo o MCA 400-15, MSI é definido como:

Item significante de manutenção cuja falha funcional tem impacto operacional, econômico ou na segurança de um sistema. Normalmente escolhido com base em uma lógica específica, buscando-se um nível ótimo de detalhamento do sistema estudado.

Ainda segundo o MCA 400-15, o processo deve gerar as seguintes informações: função do item, falha funcional, efeito da falha e causa da falha.

Os dados gerados, conforme definido por Nowlan e Heap (1978), por serem dinâmicos, são os mais importantes para a gestão do projeto e para isso deve-se possuir um sistema capaz de coletar os dados operacionais e de manutenção, realizar a análise e o resultado refletir em ações de manutenção com o intuito de tornar todo o processo mais eficiente.

Desta forma, os mesmos autores recomendam quais os dados devem ser coletados e analisados para que se consiga obter um gerenciamento eficiente de frota baseado no conceito de MCC proposta pela metodologia MSG-3.

**Tabela 2** – Dados propostos para a gestão no MSG-3.

Identificação do Item	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de Aeronave</li> <li>• Designação do Sistema</li> <li>• Nome</li> <li>• <i>PN (Part Number)</i> –MSI atribuído pelo fabricante;</li> <li>• <i>S/N (Serial Number)</i> - número de série do item;</li> <li>• Quantidade por Aeronave (QPA)</li> </ul>
Informação do Item	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição (função e principais componentes)</li> <li>• Redundâncias e características de proteção (incluindo instrumentação)</li> <li>• Equipamento de auto teste (<i>BIT – Built-in Test</i>)</li> </ul>
Dados de Confiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taxa de remoção prematura</li> <li>• Taxa de falha</li> </ul>

- Restrições Operacionais
  - Aeronave pode ser despachada com o item em falha?
  - Caso positivo, há condições limitadoras?
  
- Dados para MCC / MSG-3
  - Função do Item
  - Falhas funcionais para cada função
  - Modos de falha
  - Efeito da falha para cada modo de falha
  - Evidências de falha funcional
  - Efeitos da perda de função na capacidade operacional
  - Efeitos da falha além da perda de função (danos secundários)
  - Evidência de redução na resistência à falha que pode ser usada para definir condições de falha potencial
  - Experiência com outros equipamentos onde o mesmo item ou similar é utilizado.

**Fonte:** Nowlan e Heap (1978).

Com o intuito de complementar o conhecimento a respeito do gerenciamento baseado na metodologia MSG-3 e responder ao primeiro objetivo específico, passamos a verificar o que preconiza o MCA 400-15 a esse respeito. O referido manual define que metodologia de análise dos dados de falha consiste em quatro etapas: coleta e organização, tratamento, análise estatística e interpretação dos resultados. Para efeito do estudo, a fase de coleta e organização apresenta uma planilha padronizada, definindo quais os dados necessitam ser coletados para possibilitar as fases posteriores.

**Tabela 3** – Planilha padronizada pelo MCA 400-15.

Parte I: Informações sobre o MSI								
MSI								
PN								
Fabricante								
TBO								
TO								
Parte II: Dados de Falha								
SN	TSN	TSO	TSNA	TSOA	Remoção	Causa da Falha	OBS	HH Reparo

**Fonte:** Brasil 2006.

Onde:

- a) MSI: nome do item;
- b) PN: código do MSI, atribuído pelo fabricante;

- c) Fabricante: nome/código do fabricante;
- d) *TBO (Time Between Overhauls)*: intervalo entre revisões gerais;
- e) TO (Technical Order): ordem técnica de revisão e operação do MSI;
- f) S/N: número de série do item;
- g) TSN (Time Since New): horas de operação acumuladas desde novo, no formato horas:minutos, conforme registro na ficha histórico do MSI;
- h) TSO (Time Since Overhaul): horas de operação acumuladas desde a última revisão geral, no formato horas: minutos, conforme registro na ficha histórico do MSI;
- i) TSNA (TSN Ajustado): horas de operação acumuladas desde novo em formato decimal;
- j) TSOA (TSO Ajustado): horas de operação acumuladas desde a última revisão geral em formato decimal;
- k) Remoção: Causa da Remoção. Neste item deve-se utilizar uma das seguintes categorias: Falha, TBO ou Teste Funcional;
- l) Causa da Falha: descrição da causa da falha, determinada quando da intervenção de manutenção no MSI;
- m) Categoria do Serviço Executado. No preenchimento da categoria do serviço executado deve-se utilizar uma das seguintes opções: Inspeção e Teste, Reparo e Teste ou Revisão Geral; e
- n) HH (Homem-Hora) de Reparo: Número de homens-hora utilizados na ação de manutenção.

Após o levantamento dos dois modelos de tabelas contendo os dados recomendados ao processo de gerenciamento de manutenção de aeronaves desenvolvidas no conceito de MCC, utilizando-se da metodologia MSG-3, proposto por Nowlan e Heap (1978) e também pelo MCA 400-15 (2006), passamos a análise dos processos logísticos necessários ao gerenciamento dos projetos F-39 e KC-390 e quais informações devem ser coletadas.

#### **4.1 Suporte logístico dos projetos F-39 e KC-390**

O Processo Logístico para o desenvolvimento do suporte logístico dessas duas aeronaves foi baseado em análise detalhada dos requisitos de manutenção usando Análise de Criticidade de Efeito de Modo de Falha (*Failure Mode Effect Criticality Analysis – FMECA*), Manutenção Centrada na Confiabilidade e

metodologias e ferramentas relacionadas. Esse processo logístico está concebido no desenvolvimento de um sistema de suporte centrado em um processo estruturado de Análise de Suporte Logístico (*Logistic Support Analysis – LSA*), baseado em padrões internacionais, incluindo a norma S3000L.

O LSA é um processo central que permite a identificação e otimização de atividades e recursos de suporte em um nível muito detalhado. Além das saídas de projeto, como requisitos de configuração e manutenção, o processo LSA também leva em conta dados de engenharia e comerciais do sistema e do item, além de requisitos operacionais, econômicos e estratégicos específicos do cliente. O resultado da influência do apoio e estabelecimento de critérios de logística como entrada para o projeto da aeronave, avaliação de várias alternativas de projeto, identificação e provisionamento de elementos de suporte logístico e avaliação da capacidade de suporte do sistema em operação, que é o escopo geral desse processo.

Para que esse novo conceito possa ser utilizado, as aeronaves modernas como o F-39 e o KC-390 tiveram seu desenvolvimento balizado por sistemas embarcados responsáveis por todo o monitoramento do voo, coletando os mais diversos dados operacionais, de desempenho dos sistemas embarcados e de manutenção. Essas aeronaves utilizam sensores inteligentes para o monitoramento da condição dos sistemas embarcados e também permitem o diagnóstico de falhas em tempo real, prognóstico e monitoramento de toda a vida da aeronave. Além disso, propõe as soluções das falhas para as tripulações durante os voos.

Todas essas informações são armazenadas em dispositivos chamados de *Flight Data Recorders (FDR)* e caso algum limite seja extrapolado, o sistema envia uma mensagem automática ao piloto, durante o voo. Ao pousar todos os dados gravados estão à disposição dos mantenedores para identificação das falhas e também auxiliam no direcionamento das tarefas de manutenção atreladas aquela falha. Além disso, os dados possibilitam a análise de todos os sistemas durante a sua operação, sendo possível identificar os modos de falha e qual a sua causa raiz, ou seja, se foram devido ao uso inadequado do sistema ou devido ao desgaste natural do mesmo e na sequência o seu diagnóstico e também um prognóstico de outras falhas.

Entretanto, para a realização do *download* de todos esses dados é utilizado uma estação de solo capaz de extrair os dados dos sistemas das aeronaves e disponibilizá-los para análise das equipes de manutenção. Essas estações são respon-

sáveis por coletar e armazenar as informações de utilização de cada aeronave e seus componentes além de também apoiar o processo de manutenção corretiva. Possibilita também a pesquisa de pane mais aprofundada uma vez que permite a verificação de vários parâmetros relacionados ao sistema ou item investigado. Essas ferramentas trabalham por aeronave, não fazendo a junção dos dados de toda a frota, impossibilitando assim o gerenciamento eficiente do projeto.

Por esse motivo, faz-se necessário que os dados gerenciais sejam trabalhados por um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado que irá possibilitar que todo esse ciclo ocorra de uma forma rápida e reflita no planejamento, programação e controle de manutenção dos projetos.

Além disso, com base nos prognósticos de falhas, informações do suporte logístico e planejamento dos voos a serem realizados, é possível tomar decisões mais acertadas em termos de atividades de manutenção programadas, estratégia de reparos e correções de panes. Desta forma, a eficiência no suporte logístico integrado dessas aeronaves depende, a partir de agora, das decisões baseadas nas análises dos dados coletados e transferidos para o sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado.

Buscando responder o segundo objetivo específico, por meio dos planos de suporte logístico das aeronaves F-39 e KC-390, chegou-se a uma tabela com os dados necessários ao gerenciamento desses projetos com o foco no módulo de manutenção dos projetos em estudo.

**Tabela 4 – Dados do ILS dos projetos F-39 e KC-390.**

Fases do processo	Informações técnicas
Preparação da aeronave	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação da aeronave;</li> <li>• PN – Código do MSI, atribuído pelo fabricante;</li> <li>• S/N - Número de série do item;</li> <li>• Dados da missão;</li> <li>• Horas de voo da aeronave;</li> <li>• Cartões pré-voo; e</li> <li>• Reporte Técnico (<i>Technical Report</i>).</li> </ul>
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horas totais da aeronave;</li> <li>• TBO (<i>Time Between Overhauls</i>): intervalo entre revisões gerais;</li> <li>• Tempo Limite de Vida (TLV) dos itens controlados;</li> <li>• Função do Item;</li> <li>• Descrição das tarefas de manutenção programada;</li> </ul>

- Equipamento de autoteste;
  - Lista de material a ser utilizado por tarefa;
  - Quantidade por aeronave (QPA);
  - Categoria do item;
  - Percentual de troca;
  - GSE (*Ground Support Equipment*) – lista dos equipamentos de apoio de solo;
  - Lista de ferramentas especiais; e
  - Informação sobre a calibração dos equipamentos de apoio ao solo.
- 
- MSI: nome do item;
  - Dados operacionais;
  - *National Stock Number* (NSN);
  - MTBF (*Mean Time Between Failures*): tempo médio entre falhas;
  - MTBR (*Mean Time To Repair*): tempo médio para reparo;
  - TBO: intervalo entre revisões gerais;
  - TSN: horas de operação desde novo;
  - TSO: horas desde a última revisão geral;
  - TSN (Ajustado): horas desde novo em formato decimal;
  - TSO (Ajustado): horas desde novo em formato decimal;
  - Modos de Falha;
  - Evidências de falha funcional;
  - Causa da falha não programada para cada função;
  - Tarefa de manutenção que sanou a falha;
  - Taxa de remoção prematura;
  - WDC (*When Discovered Code*): momento do voo em que a falha foi observada;
  - WUC (*Work Unit Code*): código da unidade de trabalho;
  - Tarefas de manutenção programada; e
  - Quantidade de homem-hora utilizado por tarefa de manutenção

---

**Fonte:** Planos de suporte logístico dos projetos F-39 e KC-390.

A partir do levantamento de todas as necessidades de informações técnicas sobre o processo de gerenciamento de manutenção centrada em confiabilidade, na metodologia MSG-3, e como forma de responder ao terceiro objetivo específico, partiremos para a análise das capacidades do SILOMS, com o intuito de avaliar as capacidades de atendimento a tais demandas. Para isso, faz-se necessário algumas considerações a respeito do SILOMS.

## 4.2 SILOMS

O SILOMS foi criado em 1993 com a missão de informatizar e unificar, de forma integrada e modular, os processos logísticos do Comando Geral de Apoio

(COMGAP). O sistema seria responsável também pela padronização dos métodos e processos logísticos no âmbito dos sistemas da área do COMGAP, além de obtenção de uma reserva estratégica de estoque de material para garantir um mínimo de permanência em combate. O Sistema foi planejado desde sua concepção para permitir o gerenciamento da logística militar em todos os níveis (Estratégico, Operacional e Tático).

O SILOMS é um Sistema *on line* do tipo ERP (*Enterprise Resources Planning*), englobando funcionalidades de MRP II (*Management Resources Planning*), com banco de dados centralizado, destinado a apoiar a gerência de atividades da logística do COMAER (BRASIL, 2007).

Como principal sistema do COMAER, o SILOMS está dividido nos seguintes módulos: Administração, Aquisição, Suprimento, Combustíveis e Lubrificantes (COMBLUB), Catalogação, Manutenção, Transporte, Recursos Humanos, De Apoio a Decisão e Material Bélico (BRASIL, 2007).

O gerenciamento do suporte logístico de um projeto é realizado no Módulo Manutenção que possui as seguintes divisões e funções:

**Tabela 5** – Módulo Manutenção do SILOMS.

Submódulo	Funções
Controle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avaliar e dimensionar a capacidade para atender às necessidades da manutenção de acordo com o planejamento;</li> <li>• contabilizar a utilização dos equipamentos;</li> <li>• controlar a configuração dos equipamentos;</li> <li>• coletar parâmetros da manutenção;</li> <li>• realimentar os fatores de planejamento; e</li> <li>• apresentar os indicadores logísticos.</li> </ul>
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gerenciar implantação de material;</li> <li>• delinear manutenções;</li> <li>• planejar inspeções das aeronaves e itens reparáveis;</li> <li>• planejar aquisições de material; e</li> <li>• planejar recursos financeiros.</li> </ul>
Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• registro de inspeções preventivas e corretivas;</li> <li>• registro de diretivas técnicas aplicadas;</li> <li>• registro de defeitos e recolhimento de material; e</li> <li>• acompanhamento dos programas de trabalho.</li> </ul>

Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• análise de Exames Técnicos;</li> <li>• análise de Diretivas Técnicas;</li> <li>• análise de Confiabilidade;</li> <li>• análise de Nacionalização;</li> <li>• assessoramento técnico;</li> <li>• análise de Calibragem; e</li> <li>• análise de Pesagem.</li> </ul>
Publicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recebimento;</li> <li>• distribuição;</li> <li>• cadastramento;</li> <li>• empréstimo; e</li> <li>• requisição de Publicações Técnicas.</li> </ul>

---

Fonte: Brasil, 2007.

### 4.3 Análise dos dados

Após o levantamento dos dados necessários ao gerenciamento do processo de suporte logístico das aeronaves, apresentados por meio das Tabelas 2, 3 e 4, foi realizado uma comparação com os módulos pertinentes no SILOMS 11G Módulo Treinamento em Oracle Forms. Apesar da recente disponibilização de Módulos em ambiente web, especificamente os Módulos Suprimento e Manutenção Operador-Parque, optou-se por utilizar o Oracle Forms 11G por questões de familiaridade e pelo fato do ambiente de treinamento permitir a realização de simulações completas da execução dos macroprocessos logísticos.

Para a realização das análises foi solicitada a criação de um perfil com nível de acesso capaz de executar todas as tarefas relativas ao módulo manutenção de forma que pudéssemos estabelecer um paralelo entre os processos necessários a gestão baseada no conceito de manutenção centrada em confiabilidade e os processos suportados pelo SILOMS.

Com o intuito de responder ao quarto objetivo específico e após a análise comparativa dos modelos, conseguiu-se identificar os processos específicos aos Projetos F-39 e KC-390 que não estão atualmente suportados pelo SILOMS. Esses dados foram compilados, analisados e estão apresentados por meio de uma tabela contendo o percentual de atendimento do SILOMS.

**Tabela 6:** Análise comparativa entre processos e percentual de atendimento.

Referências	Qtde total de informações requeridas	Qtde de informações fornecidas pelo SILOMS	Qtde de dados não fornecidos pelo SILOMS	Percentual de atendimento
Nowlan e Heap (Tabela 2)	22	9	13	40,9%
MCA 400-15 (Tabela 3)	14	9	5	64,3%
Projetos F-39 e KC-390 (Tabela 4)	38	25	13	65,7%

**Fonte:** Autor, 2021.

Após a análise comparativa dos dados apresentados na tabela anterior e, considerando-se somente a análise quantitativa, percebe-se que a avaliação fica incompleta em relação ao índice de atendimento do SILOMS, uma vez que uma considerável diferença foi obtida entre a tabela de Nowlan e Heap (1978) e as demais apresentadas.

Por esse motivo, tornou-se necessário analisar as tabelas separadamente de forma a identificar dois tipos de informações: as cadastrais e as dinâmicas. O primeiro segmento apresenta os dados com características de identificação do item (PN, Nome, QPA), já o segundo caracteriza-se por ter seus valores evoluídos ou alterados ao longo do ciclo de vida, como exemplos podemos citar as taxas de falhas dos itens, os reparos e os modos de falha dos componentes.

Em se tratando do segmento das informações dinâmicas podemos destacar como o mais dependente de uma ferramenta computadorizada, porque tais dados devem ser registrados continuamente conforme a aeronave é utilizada. Esses registros são alterados a cada mudança de estado do equipamento e todas as informações a respeito dos diagnósticos e ações corretivas devem ser registrados. As informações citadas são fundamentais para o acompanhamento dos modos de falha e todas elas devem ser transferidas para um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado para análise e tomada de decisão.

Diante do exposto, percebe-se que na tabela de Nowlan e Heap (1978), baseada na metodologia MSG-3, ocorre à priorização dos dados dinâmicos, não

sendo considerada a maioria dos dados cadastrais. Por esse motivo, o índice de atendimento ficou bem abaixo das demais comparações.

Com relação às outras duas últimas comparações (MCA 400-15 e Planos de Suporte Logístico dos Projetos) verificamos estar mais atualizada com os novos projetos baseados no conceito de manutenção centrada em confiabilidade, na metodologia MSG-3. Desta forma, os índices foram bem aproximados e demonstram o real índice de atendimento do SILOMS em relação aos dados necessários a gestão de frota dos projetos F-39 e KC-390.

No intuito de qualificar a análise dos dados obtidos, apresenta-se a tabela a seguir com o sumário das informações necessárias a gestão do suporte logístico dos projetos estudados que atualmente não constam na estrutura do SILOMS e, por conseguinte não estão sendo processados sistemicamente.

**Tabela 7:** Informações indisponíveis no SILOMS.

Fonte	Informações indisponíveis
Nowlan e Heap (Tabela 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redundâncias e características de proteção (incluindo instrumentação);</li> <li>• Equipamento de autoteste (BIT –Built-in Test);</li> <li>• Aeronave pode ser despachada com o item em falha?</li> <li>• Caso positivo, há condições limitadoras?</li> <li>• Função do Item;</li> <li>• Falhas funcionais para cada função;</li> <li>• Modos de falha;</li> <li>• Efeito da falha para cada modo de falha;</li> <li>• Evidências de falha funcional;</li> <li>• Efeitos da perda de função na capacidade operacional.</li> <li>• Efeitos da falha além da perda de função (danos secundários);</li> <li>• Evidência de redução na resistência à falha que pode ser usada para definir condições de falha potencial; e</li> <li>• Experiência com outros equipamentos onde o mesmo item ou similar é utilizado.</li> </ul>
MCA 400-15 (Tabela 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TSNA (TSN Ajustado): horas de operação acumuladas desde novo em formato decimal;</li> <li>• TSOA (TSO Ajustado): horas de operação acumuladas desde a última revisão geral em formato decimal.</li> <li>• Remoção: Causa da Remoção. Neste item deve-se utilizar uma das seguintes categorias: Falha, TBO ou Teste Funcional.</li> <li>• Causa da Falha: descrição da causa da falha, determina-</li> </ul>

Plano Suporte Logístico dos projetos F-39 e KC-390 (Tabela 4)	<p>da quando da intervenção de manutenção no MSI.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Categoria do Serviço Executado. No preenchimento da categoria do serviço executado deve-se utilizar uma das seguintes opções: Inspeção e Teste, Reparo e Teste ou Revisão Geral.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados da missão;</li> <li>• Equipamento de autoteste (<i>BIT – Built-in Test</i>);</li> <li>• GSE (<i>Ground Support Equipment</i>) – lista dos equipamentos de apoio de solo;</li> <li>• Lista de ferramentas especiais;</li> <li>• Informação sobre a calibração dos equipamentos de apoio ao solo;</li> <li>• Dados operacionais;</li> <li>• TSN (Ajustado): horas desde novo em formato decimal;</li> <li>• TSO (Ajustado): horas desde novo em formato decimal;</li> <li>• Modos de Falha;</li> <li>• Evidências de falha funcional;</li> <li>• Causa da falha não programada para cada função;</li> <li>• Tarefa de manutenção que sanou a falha; e</li> <li>• Taxa de remoção prematura;</li> </ul>

---

**Fonte:** Autor, 2021.

Os dados apresentados na tabela acima auxiliam no entendimento de que as informações indisponíveis no SILOMS são em sua maioria do segmento dinâmico e necessitam de uma coleta e análise constante para que o suporte logístico do projeto se torne eficiente. A quantidade de dados atrelada a necessidade temporal de atualização faz com que a utilização de um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado seja de extrema valia em qualquer projeto desenvolvido sob a metodologia do MSG-3.

Diante dos resultados ora obtidos, bem como das análises realizadas particularizando as necessidades para um gerenciamento de frota eficiente, a seguir chega-se à conclusão do trabalho, na qual são enfatizadas as respostas ao problema de pesquisa e questões norteadoras, bem como ressaltada a importância dos principais tópicos abordados.

## 5 CONCLUSÃO

As novas aeronaves F-39 e KC-390 são caracterizadas por um sistema de armas moderno com alto valor agregado, tecnologias no estado da arte, maior

confiabilidade dos sistemas/equipamentos, rápida obsolescência de itens/equipamentos e complexa cadeia de suprimento. Nesse contexto, a gestão logística da FAB necessita de processos ágeis de decisão, elevada especificação técnica e forte controle dos custos, principalmente em virtude dos escassos recursos destinados à atividade militar.

Sendo assim, o presente artigo buscou avaliar em que medida os processos e o conjunto de dados logísticos disponibilizados pelo SILOMS atende ao processo de gerenciamento de manutenção centrada em confiabilidade, na metodologia MSG-3 das aeronaves F-39 e KC-390.

A revisão de obras consagradas sobre o assunto permitiu identificar as diferenças entre as evoluções das metodologias dos processos de manutenção até o MSG-3 e também como os processos precisam ser realizados para proporcionar trabalhar com a confiabilidade nos mais diversos equipamentos.

A metodologia adotada focou em apurar os dados técnicos requeridos para um gerenciamento de frota eficiente no conceito MSG-3, consolidando-os em listas de informações necessárias. De posse dessas listas, interações com o módulo de manutenção do SILOMS foram realizadas com o intuito de verificar quais os itens foram atendidos e qual o percentual de atendimento por parte do sistema.

A coleta dos dados iniciou-se por meio de livros consagrados no conceito de MCC, proposta pela metodologia MSG-3 e também, por documentos oficiais do COMAER. Essas informações, consolidadas nas tabelas 2 e 3, possibilitaram o conhecimento dos processos recomendados para um projeto baseado em tais conceitos e auxiliaram na definição dos dados necessários ao gerenciamento de um suporte logístico eficiente.

Na sequência, respondendo a primeira questão norteadora, foram estudados os planos de suporte logístico das aeronaves F-39 e KC-390 com o intuito de identificar os processos de manutenção necessários ao gerenciamento eficiente das frotas dessas aeronaves. Esses processos foram delineados de forma a identificar as informações técnicas fundamentais a uma gestão logística eficiente baseada no conceito de MCC e foram consolidados na Tabela 4.

Analisando as Tabela 2, 3 e 4, foi possível identificar dois tipos de informações técnicas: as cadastrais e as dinâmicas. As primeiras apresentam os dados com características de identificação do item (PN, Nome, QPA), já as dinâmicas caracterizam-se por ter seus valores evoluídos ou alterados ao longo do ciclo de vida,

como exemplos podemos citar: a função do item, as taxas de falhas dos itens, os reparos e os modos de falha dos componentes. Cabe salientar que esses dados dinâmicos são coletados por meio de sensores inteligentes instalados nas aeronaves com a função de leitura de todo o comportamento do item durante a sua operação.

A análise dos dados levou a constatação de que os processos de manutenção necessários ao gerenciamento das aeronaves no conceito de MCC não estão totalmente suportados pelo SILOMS. Essa análise comparativa foi demonstrada, na Tabela 6, por meio de um percentual de atendimento do SILOMS. Considerando o índice de 65,7% referente ao atendimento ao plano de suporte logístico das aeronaves F-39 e KC-390, e analisando as informações indisponíveis no SILOMS, constantes na Tabela 7, verifica-se que as informações não atendidas correspondem aos dados que descrevem efetivamente o comportamento operacional de cada item significativo, impactando a aplicação da metodologia MSG-3 em sua plenitude. Desta forma, identificamos que o modelo de gerenciamento de manutenção de aeronaves utilizado pelo SILOMS não suporta totalmente as necessidades dos projetos F-39 e KC-390 respondendo assim a segunda questão norteadora.

Diante do exposto é possível constatar que o processo de gerenciamento logístico de uma frota, baseado na metodologia MSG-3, necessita suportar os softwares logísticos das aeronaves para que eles possam proporcionar a realização do programa de manutenção preditiva nas aeronaves, que se trata da capacidade de monitorar o funcionamento dos equipamentos, com condições de detectar quaisquer sinais de desgaste que poderão levar a uma falha de um componente.

Com relação à terceira questão norteadora, a incapacidade do SILOMS, constatada no estudo, em coletar uma parcela dos dados operacionais e logísticos impacta na manutenção preditiva das aeronaves e conseqüentemente na análise dos dados gerenciais, produzindo ações tardias para os processos de planejamento, programação e controle da manutenção dos projetos, ocasionando perda de eficiência no gerenciamento das frotas.

Sendo assim, conclui-se que para que o SILOMS contribua para uma gestão logística eficiente dos projetos F-39 e KC-390, ele necessita trabalhar conjuntamente com um sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado capaz de coletar e processar os dados operacionais e de manutenção das aeronaves de forma a se complementarem, nos mais diversos processos logísticos.

## REFERÊNCIAS

- AEROSPACE AND DEFENCE INDUSTRIES ASSOCIATION OF EUROPE / ASD-STAN AND AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION. **S3000L International procedure specification for Logistics Support Analysis LSA**. Issue No. 1.1. 2014.
- AHMADI, A., SÖDERHOLM, P. e KUMAR, U. **An overview of trends in aircraft maintenance program development: past, present, and future**. In: European Safety and Reliability Conference (ESREL), 2007, Stavanger, Norway.
- AIR TRANSPORT ASSOCIATION (ATA). **MSG-3—Operator/manufacturer scheduled maintenance development**. Revision 2015.1. Air Transport Association of America, Washington DC, 2015.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. 2a ed. Editora Atlas, São Paulo, 1993.
- BLANCHARD, Benjamin S. **Logistics engineering and management**. 6. ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall, 2004.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Implantação da aeronave F-39 na Força Aérea Brasileira**: DCA 400-82. Brasília, DF, 2019.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Implantação da aeronave KC-390 na Força Aérea Brasileira**: DCA 400-75. Brasília, DF, 2019.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico. **Manutenção centrada na confiabilidade: MCA 400-15**. Rio de Janeiro, RJ, 2006.
- CAMPBELL, J.D.; JARDINE, A.K.S. **Maintenance excellence: Optimizing equipment life-cycle decisions**. 1a. ed. Marcel Dekker, 2001.
- DAVENPORT, Thomas H. **Reengenharia de processos**. Editora Campus, 1994.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta: um processo de melhoria contínua**. São Paulo: Nobel, 2003.
- NOWLAN, F. S.; HEAP, H. F. **Reliability-centered maintenance. Report number AD-A066579**. Springfield: United States Department of Commerce, 1978.
- SILOMS. Disponível em: <<http://www.siloms.intraer>>. Acesso em: 19 Junho 2021.
- USA. Department of Defense. **Designing and assessing supportability in DoD weapon systems**. Washington, DC, Published by OSD, 2003.
- WIREMAN, T. **Developing performance indicators for managing maintenance**. 1a. ed. Industrial Press, New York, 1998.