



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

ANTONIO GERALDO SILVA **COTTA**, Ten Cel Av

**A modernização de meia vida para aeronaves na FAB:** estudo de caso da atualização da aeronave T-27 e os impactos no desempenho do plano de manutenção do projeto.

Rio de Janeiro

2023

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

ANTONIO GERALDO SILVA **COTTA**, Ten Cel Av

**A modernização de meia vida para aeronaves na FAB:** estudo de caso da atualização da aeronave T-27 e os impactos no desempenho do plano de manutenção do projeto.

Trabalho de conclusão de curso apresentado,  
como requisito parcial para aprovação, no  
Curso Avançado de Comando e Estado-Maior.  
Linha de Pesquisa: Operações Militares.  
Orientador: Raillender Lage Bonifácio.

Rio de Janeiro

2023

## RESUMO

A modernização de meia vida em aeronaves tem sido um importante recurso para a Força Aérea Brasileira prover ganhos em termos de operacionalidade para as frotas. Porém, para um efetivo processo, uma análise comparativa sobre a suportabilidade logística deve acompanhar as medições sobre operacionalidade, de modo que o desempenho na manutenção dos sistemas modernizados siga os ganhos operacionais. Neste alinhamento, o presente trabalho teve como objetivo analisar o impacto da modernização de meia-vida no plano de manutenção do projeto T-27, considerando suas implicações no desempenho logístico. Dessa forma, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para pontuar os principais conceitos sobre a Análise de Suportabilidade Logística e Manutenção Centrada na Confiabilidade, e, em complemento com os conceitos que norteiam os manuais e doutrinas da logística da Força Aérea Brasileira, foram definidas as métricas de desempenho logístico para a pesquisa. Em seguida, a revisão documental em Ordens e Manuais Técnicos identificaram as alterações nas tarefas de manutenção programadas, verificando uma redução de atividades programadas após a atualização. Também, foi observada a incorporação novas ferramentas de monitoramento aos sistemas, possibilitando a implementação de manutenções preditivas e melhorando o diagnóstico de falhas para as manutenções corretivas já realizadas. A substituição de componentes resultou em uma redução da taxa de falhas, aumentando a confiabilidade dos sistemas atualizados. Ao correlacionar esses termos com as teorias referenciadas, concluiu-se que a atualização de meia vida do projeto trouxe ganhos de desempenho para a execução do plano de manutenção, otimizando o ciclo de vida do projeto e sua suportabilidade logística.

**Palavras-chave:** Modernização, suporte logístico, desempenho, manutenção.

## **ABSTRACT**

*The mid-life modernization of aircraft has been an important resource for the Brazilian Air Force to provide operational gains for its fleets. However, for an effective process, a comparative analysis of logistical supportability should accompany the measurements of operational performance, ensuring that the maintenance performance of modernized systems aligns with operational gains. In this context, the present study aimed to analyze the impact of mid-life modernization on the maintenance plan of the T-27 project, considering its implications for logistical performance. Thus, a literature review was conducted to outline the key concepts of Logistic Supportability Analysis and Reliability Centered Maintenance. In addition, in alignment with the logistics manuals and doctrines of the Brazilian Air Force, logistical performance metrics were defined for the research. Subsequently, documentary reviews of Orders and Technical Manuals identified changes in scheduled maintenance tasks, revealing a reduction in scheduled activities after the update. Moreover, new monitoring tools were incorporated into the systems, enabling the implementation of predictive maintenance, and improving fault diagnosis for corrective maintenance already performed. Component replacements resulted in a reduction in failure rates, enhancing the reliability of the updated systems. By correlating these findings with the referenced theories, it can be concluded that the mid-life update of the project brought performance gains to the execution of the maintenance plan, optimizing the project's life cycle and its logistical supportability.*

**Keywords:** *Modernization, logistical support, performance, maintenance.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Ferramentas para análise de suportabilidade (supportability).....	15
Quadro 2 - Tipo e Ciclo de Inspeções. ....	18
Quadro 3 - Alertas de falhas para o operador.....	22
Quadro 4 - Recursos para a gravação de dados de voo e definição de alertas de excedência..	22
Quadro 5 - Comparativo de confiabilidade entre itens substituídos.....	29
Imagem 1 - Nova aviônica do T-27M .....	21
Imagem 2 - Comparativo painel de instrumentos T-27M e T-27.....	27
Imagem 3 - Comparativo painel de rádio e navegação T-27M e T-27.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tarefas excluídas após a modernização das aeronaves.....	19
Tabela 2 - Tarefas acrescentadas após a modernização das aeronaves.....	19
Tabela 3 - Quantidade de itens recolhidos por falha por ano de amostragem.....	24
Tabela 4 - Cálculo da Taxa de Falha e Confiabilidade por Ano. ....	25
Tabela 5 - Valores médios calculados para o período (2018, 2019 e 2020).....	27
Tabela 6 - Cálculo para as falhas do GTN-650Xi. ....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFA	Academia da Força Aérea
COMAER	Comando da Aeronáutica
DCA	Doutrina do Comando da Aeronáutica
EA	<i>Each</i> (unidade individual de um item)
FAB	Força Aérea Brasileira
GDU	<i>Garmin Display Unit</i>
GI 275	<i>Garmin Integrated 275</i>
GTN	<i>Garmin Touchscreen Navigator</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
MTA	<i>Maintenance Task Analysis</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Fail</i>
PAMALS	Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa
PFD	<i>Primary Flight Display</i>
SA	<i>Supportability Analysis</i>
SILOMS	Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Conceitos da Logística na Força Aérea Brasileira.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise da Suportabilidade Logística e MCC .....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DO T-27 E ANÁLISE DE RESULTADOS</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Levantamento das Tarefas nos Cartões de Inspeção (OE1) .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Capacidades de Monitoramento dos Sistemas após a atualização (OE2) .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Taxa de Falha e Confiabilidade dos Componentes dos Sistemas (OE3).....</b>	<b>23</b>
<b>4.4</b>	<b>Desempenho Logístico (OE4).....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>
	<b>ANEXO A – Levantamento de recolhimentos no SILOMS .....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Por definição descrita na Doutrina de Logística de Aeronáutica (DCA 2-1), o Poder Aeroespacial é a projeção do Poder Nacional constituído pelo conjunto e integração de recursos da Nação para a utilização do espaço aéreo e espaço exterior, visando a manutenção e conquista dos objetivos nacionais. Neste escopo, as tarefas logísticas devem ser constantemente analisadas, tendo como base os princípios logísticos de previsão, continuidade, controle, coordenação, cooperação, eficiência, flexibilidade, oportunidade, segurança, simplicidade e interdependência (BRASIL, 2022).

As aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB) representam um recurso vital para a consecução dos objetivos nacionais no espaço aéreo. Nesse contexto, o monitoramento e a análise do ciclo de vida dos projetos desempenham um papel fundamental ao utilizar as atividades de planejamento e controle de manutenção, a fim de identificar gargalos logísticos. Essas restrições surgem à medida que os sistemas são utilizados ao longo do tempo, podendo estar relacionadas à obsolescência ou à baixa confiabilidade de componentes, o que dificulta a execução do plano de manutenção específico e acaba afetando negativamente a capacidade operacional das frotas.

Na história recente da FAB, vários projetos passaram por atualizações ou modernizações nos seus mais diversos sistemas, determinando melhoras significativas no tocante à operacionalidade dos vetores. Contudo, verifica-se que, para uma adequada suportabilidade dos sistemas modificados, é necessária também uma avaliação das funções logísticas afetas ao suporte de suprimento e de manutenção para os vetores modernizados, atendendo, principalmente, aos princípios de eficiência, oportunidade e continuidade, presentes na DCA 2-1.

Salienta-se que, conforme Vale, Belderrain e Abrahão (2018), há um ponto ótimo para a decisão de modernização de meia vida para aeronaves, e indicadores bem definidos podem sinalizar o momento ideal para iniciar esse processo.

Assim, surge a inquietação sobre as análises realizadas referentes à suportabilidade logística, após atualizações ou modernizações de aeronaves na FAB, uma vez que a inadequada ou inexistente avaliação sobre a manutenibilidade dos sistemas pode implicar na brevidade do ciclo de vida da aeronave mesmo após todo o processo concretizado.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta como estudo de caso (*case*) a atualização da aeronave T-27 TUCANO. Traz como proposta a análise dos aspectos afetos diretamente à

suportabilidade logística após as modificações dos sistemas. Aspectos estes que proporcionam a garantia de que as aeronaves militares possam ser mantidas e operadas com eficácia durante toda sua vida útil, e que estão relacionados com o programa de manutenção e com a confiabilidade de itens componentes.

Dessa forma, surge o seguinte problema de pesquisa: qual o impacto do processo de atualização da frota de aeronaves T-27 da Força Aérea Brasileira nos parâmetros de desempenho logístico para a execução do plano de manutenção do projeto?

O objetivo geral do trabalho é analisar o impacto da modernização de meia-vida no plano de manutenção do projeto T-27, considerando suas implicações no desempenho logístico.

Visando o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos (OE):

OE1: Comparar se após a atualização do projeto T-27 houve redução ou acréscimo de tarefas programadas no plano de manutenção ou no Homem – hora (H/h) necessário para a execução dos serviços de manutenção previstos.

OE2: Verificar se a atualização de meia vida trouxe ferramentas para o monitoramento do ciclo de operação da aeronave, permitindo a possibilidade de intervenções preditivas e/ou corretivas com maior assertividade.

OE3: Verificar se após a modernização da frota houve alteração da quantidade de itens componentes recolhidos por falhas, modificando a confiabilidade dos sistemas atualizados.

OE4: Correlacionar os termos sobre desempenho logístico para um programa de manutenção de uma frota de aeronaves com os objetivos específicos anteriores.

O projeto T-27 na Força Aérea Brasileira possui uma frota com uma média de idade de 35,27 anos, o que indica um tempo considerável de operação, e, de acordo com o Anuário Estatístico da Logística (BRASIL, 2022), representa em média 9,5% das horas totais voadas anualmente pela FAB. Esses dados evidenciam a importância estratégica do projeto para o Comando da Aeronáutica (COMAER), uma vez que a frota desempenha um papel fundamental na formação básica do Cadete Aviador e contribui significativamente para a disponibilidade geral das aeronaves operadas pela força.

É de interesse da FAB compreender a relação entre indicadores técnicos e logísticos, para garantir uma suportabilidade adequada de suas frotas. Isso envolve estimar parâmetros que fundamentem decisões futuras sobre a continuidade ou descontinuidade dos projetos. Nesse contexto, a metodologia da pesquisa foi definida e será descrita no próximo tópico.

## 2 METODOLOGIA

Antes de darmos início à explicação da metodologia deste trabalho, é importante tecer algumas observações sobre o recente processo de modernização das aeronaves T-27 da FAB. O processo teve início em 2020, e as primeiras aeronaves modernizadas, agora designadas como T-27M, começaram a operar na Academia da Força Aérea no final de 2021. É relevante destacar que as modificações se concentraram nos sistemas de indicação de parâmetros de voo, indicação de parâmetros de motor, rádio comunicação e navegação, mantendo-se os demais sistemas legados da aeronave.

Por conseguinte, está é uma pesquisa exploratória, pois busca compreender os novos aspectos e trazer as recentes informações disponíveis sobre a logística de uma frota após a sua modernização de meia vida, como também é aplicada, em virtude da intenção prática do seu resultado gerar conhecimentos para a avaliação sobre problemas correlatos (GIL, 2023).

Como técnica, utilizou-se o levantamento documental para pesquisar as Ordens Técnicas (O.T) relacionadas ao programa de manutenção da aeronave, bem como os manuais operacionais e técnicos dos componentes e os dados registrados no Sistema Integrado de Manutenção e de Serviços (SILOMS<sup>1</sup>). Adicionalmente, foi realizado um levantamento bibliográfico para determinar os conceitos doutrinários e embasamentos teóricos que orientaram as respostas para os objetivos específicos e geral propostos para a pesquisa. Posto isso, a estratégia metodológica empregada nas ações de pesquisa será detalhada a seguir.

Em atendimento ao OE1, foi realizado o levantamento documental dos Boletins Técnicos que determinam as tarefas de manutenção programadas para o projeto T-27 antes e depois da modernização dos sistemas. Dando sequência, foram comparadas as alterações em termos de quantidade de tarefas previstas e tempo definido para a execução dos serviços (Homem – Hora) nos cartões de inspeções programadas, sendo feita a avaliação à luz dos conceitos sobre *Maintenance Task Analysis* (MTA).

Para o atendimento do OE2, foi feita a pesquisa nos manuais operacionais e técnicos dos sistemas modernizados, verificando se a atualização realizada trouxe ferramentas que facilitam o monitoramento de parâmetros da aeronave em operação, de maneira a elencar, baseado nos parâmetros monitorados e registrados, as possibilidades para determinar

---

<sup>1</sup> SILOMS - o *sistema integrado de logística de material e de serviços* é um sistema ERP (*enterprise resource planning*) que integra todas as atividades logísticas e administrativas da cadeia de suprimento da Força Aérea Brasileira (FAB), como catalogação, aquisição e controle de material, planejamento, controle da produção, engenharia, publicações, nacionalização e metrologia.

manutenções preditivas na aeronave ou nos seus componentes maiores.

Considerando o OE3, uma série de ações foram elencadas conforme detalhado abaixo:

- I. Inicialmente, foi feito o levantamento, no SILOMS, da quantidade de itens recolhidos por falha ao longo dos últimos três anos antes da modernização (2018, 2019 e 2020), no período de operação das aeronaves T-27 na AFA;
- II. Os recolhimentos foram classificados por ano e, baseado nas horas totais voadas pela frota no período de cada ano, foram estabelecidos os cálculos para a taxa de falha, tempo médio entre falhas (*Mean Time Between Fail - MTBF*) e, finalmente, para a confiabilidade de cada componente;
- III. Sequencialmente, da mesma forma as ações I e II foram realizadas para o levantamento dos dados e cálculos semelhantes para os novos componentes dos sistemas, ressaltando a diferença do período estabelecido para o levantamento, que conta a partir da operação das aeronaves T-27M na AFA até março de 2023;
- IV. Enfim, foi feita a verificação, baseada nas fórmulas de cálculo apresentadas pelos referenciais teóricos, demonstrando se houve alteração na quantidade de itens recolhidos por falha após a atualização do projeto e, conseqüentemente, comparando a probabilidade da confiabilidade para os sistemas atualizados.

Ainda sobre o OE3, é importante ressaltar que o período delimitado para o levantamento da ação I proporciona um espaço amostral razoável para definir parâmetros de taxa de falha, uma vez que todos os itens relacionados são afetos aos sistemas de instrumentos, elétrico ou eletrônico, e que possuem apenas intervenções *on condition*, ou seja, só passam por reparo quando apresentam falha.

Para responder o OE4, foi realizado um levantamento bibliográfico referente aos manuais e doutrinas que balizam o sistema logístico da FAB, bem como referente aos conceitos de desempenho logístico consolidados pelos referenciais teóricos selecionados. O conjunto dessas literaturas determinou os parâmetros de eficiência e de suportabilidade logística e, conseqüentemente, definiu os termos para avaliar o desempenho logístico do programa de manutenção da frota de aeronaves de acordo com os dados levantados e respostas obtidas para o OE1, OE2 e OE3.

Concluindo a estrutura metodológica, os referenciais selecionados para este trabalho abrangem os conceitos da Análise de Suportabilidade Logística e da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC). Esses referenciais fornecem o arcabouço teórico necessário para comparar e analisar os ganhos obtidos em termos de desempenho do suporte logístico, visando atender ao programa de manutenção do projeto T-27 TUCANO após a atualização de meia-

vida. Dessa forma, as comparações e análises embasadas pelas teorias determinaram a resposta para o objetivo geral da pesquisa.

Destaca-se que o autor Benjamin Blanchard, reconhecido como importante referência no desenvolvimento e aplicações dos conceitos de MCC na indústria aeronáutica, é o principal teórico utilizado para embasar e responder às questões levantadas pela presente pesquisa. Em sua obra *Logistics Engineering and Management*, é abordada a importância de uma manutenção eficiente e orientada para a identificação e análise dos modos de falha, bem como na implementação de estratégias de manutenção orientadas pela confiabilidade, de modo a otimizar a disponibilidade dos sistemas. Outros referenciais foram utilizados no trabalho para ratificar as premissas e conceitos do principal teórico elencado.

É importante ressaltar que o banco de dados utilizado como amostragem para o período de operação da aeronave modernizada foi reduzido. O intervalo temporal estabelecido para os levantamentos compreende desde o início da operação do T-27M na AFA até março de 2023, sendo este o prazo máximo estabelecido no projeto da presente pesquisa para finalizar a coleta de dados.

Salienta-se que o *case* em estudo possui um extenso banco de dados para análise, porém, a escolha e limitação do universo de informações coletadas foram determinadas pelo tempo previsto para o pesquisador coletar, tratar e analisar os dados técnicos pertinentes aos objetivos pretendidos. A limitação também foi influenciada pela obrigatoriedade de seleção de documentos técnicos e informações sistêmicas apenas de caráter ostensivo, mas que, para estudos com maior disponibilidade de tempo e maior acesso aos bancos de dados, parâmetros sobre custos logísticos e operacionais podem complementar novas análises e enriquecer o método abordado pela presente pesquisa.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste tópico são elencados os conceitos logísticos, padronizações sistêmicas e terminológicas da FAB referentes à logística aeronáutica. De modo a facilitar o entendimento dos encadeamentos realizados no estudo de caso da aeronave T-27 TUCANO, primeiramente, serão apresentados os conceitos referentes ao ciclo de vida, plano de manutenção, planejamento e controle, conforme apresentado nas Doutrinas e Manuais afetos à logística da FAB. Sequencialmente, serão relacionadas as teorias que tratam sobre os conceitos de Análise de Ciclo de Vida, Análise de Tarefas de Manutenção (*Maintenance Task Analysis* -MTA),

Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) e, por fim, as bibliografias que trazem os conceitos sobre a manutenção preditiva, eficiência e desempenho logístico.

### **3.1 Conceitos da Logística na Força Aérea Brasileira**

A DCA 400-6 determina para a FAB os conceitos sobre o ciclo de vida para um projeto e o suporte logístico necessário. Trata-o como o conjunto de procedimentos que engloba desde a detecção da necessidade operacional, o atendimento aos requisitos definidos, a avaliação operacional e a modernização ou revitalização oportuna. Entende-se que o suporte logístico é como uma série de atividades integradas, que garantem o apoio a um sistema (ou projeto) ao longo do seu ciclo de vida, destacando vários elementos de suporte logístico, dentre os quais o de planejamento da manutenção e serviços (BRASIL, 2007).

A Doutrina de Logística da FAB define as tarefas logísticas como trabalhos realizados em local e tempo pré-estabelecidos. Também determina a eficiência como o máximo rendimento e atendimento às necessidades, que permeiam entre a proteção, conservação e emprego dos meios disponíveis e, especificamente para a pretensão da presente pesquisa, traz como premissa de desempenho o emprego maximizado dos recursos, o que inclui o controle do tempo dispendido pelos técnicos (homem-hora gasto) e a quantidade de substituições de itens por falha (BRASIL, 2022).

Essas tarefas englobam todas as manutenções pelas quais as aeronaves devem ser submetidas e são classificadas como: preventiva, preditiva, corretiva e modificadora. Uma vez que o programa de manutenção para uma frota de aeronaves é consolidado, nele estarão relacionados os serviços de acordo com a classificação prevista. Para os objetivos específicos pretendidos para o presente trabalho, torna-se importante a descrição da classificação das manutenções, conforme Manual de Manutenção, Doutrina, Processos e Documentação de Manutenção (MCA 66-7):

- Manutenção Preventiva – visa reduzir ou evitar a queda de desempenho do material, por intermédio de inspeção periódica do item, acompanhadas de intervenções julgadas necessárias para restabelecer a condição operacional do equipamento. Recebe também a nomenclatura de inspeção ou manutenção programada (BRASIL, 2017).
- Manutenção Preditiva – baseada em parâmetros estatísticos de confiabilidade para caracterizar, diagnosticar e analisar a evolução do estado de equipamentos e sistemas, subsidiando o planejamento e execução de ações de manutenção

necessárias para prevenir a ocorrência de falhas e permitir a operação contínua (BRASIL, 2017).

- Manutenção Corretiva – pode ser programada ou não programada, sendo que a programada visa corrigir o desempenho menor que o esperado durante a manutenção preventiva ou preditiva, enquanto a não programada tem como objetivo remover a causa e corrigir os efeitos de falhas já ocorridas de forma aleatória na operação (BRASIL, 2017)

O MCA 66-7 apresenta o Plano de Manutenção como o conjunto de verificações nas aeronaves e seus componentes, sendo reproduzidos em cartões de inspeções que estabelecem o conjunto de tarefas de manutenção preventiva e corretiva, e que se baseiam em valor de horas de voo, calendário e ciclos, para determinar a frequência de execução. Tem como objetivos restaurar a confiabilidade e segurança estabelecidos para o projeto, coletar dados para ajuste e otimizar o próprio plano, obter informações essenciais para a melhoria do projeto de itens em termos de confiabilidade, quando assim for identificado, e realizar todos os objetivos anteriores com o menor custo possível, incluindo os custos relacionados à manutenção e falhas residuais (BRASIL, 2017).

Finalizando os conceitos e diretrizes estabelecidos para a logística da FAB, o MCA 400-15 fornece orientações para estabelecer, monitorar e aperfeiçoar programas de manutenção preventiva para sistemas aeroespaciais (BRASIL, 2006). Este manual determina a utilização de uma metodologia estruturada para a análise e que é fundamentada pelos conceitos da Manutenção Centrada na Confiabilidade, conceitos teóricos que serão discorridos no tópico seguinte.

### **3.2 Análise da Suportabilidade Logística e MCC**

A Análise de Suportabilidade (*Supportability Analysis - SA*) proporciona um referencial teórico completo para estruturar a avaliação das capacidades de um sistema, de modo a satisfazer as necessidades operacionais e logísticas ao longo do seu ciclo de vida.

Conforme Blanchard (2004), a SA é um interativo processo analítico que identifica e avalia as atividades de suporte e de manutenção para um sistema novo ou modificado. O design da SA faz parte de um sistema geral de análise de engenharia, no qual estão incluídos a análise das tarefas de manutenção e o conceito de Manutenção Centrada na Confiabilidade.

Os resultados obtidos pela análise indicam possibilidades para otimizar ações de manutenção, garantindo a melhoria dos sistemas enquanto se mantém dentro dos limites orçamentários.

O autor relaciona, ainda, sete ferramentas que integram a SA, sendo que, para os objetivos da pesquisa, serão utilizadas as ferramentas para análise dos cartões de tarefas de manutenção (*Maintenance Task Analysis - MTA*) e da Manutenção Centrada na Confiabilidade (tradução de *Reliability-Centered Maintenance - RCM*).

**Quadro 1** - Ferramentas para análise de suportabilidade (*supportability*)

<i>Supportability Analysis (SA)</i>	<i>Life-Cycle Cost Analysis (LCCA)</i>
	<i>Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA)</i>
	<i>Fault-Tree Analysis (FTA)</i>
	<i>Maintenance Task Analysis (MTA)</i>
	<i>Reliability-Centered Maintenance (RCM)</i>
	<i>Level of Repair Analysis</i>
	<i>Evaluation of Design Alternatives</i>

**Fonte:** Adaptado de Blanchard (2004, p.205)

A metodologia da *Maintenance Task Analysis* (MTA) engloba a identificação e avaliação das tarefas de manutenção previstas para um sistema manter-se em condições operacionais adequadas. Identifica tarefas críticas e avalia os requisitos de tempo, recursos e habilidades necessárias para realiza-las, pontos importantes para a elaboração de planos de manutenção mais eficazes e eficientes (BLANCHARD, 2004). Nesses termos, os cartões das inspeções programadas para o projeto T-27 foram observados para uma análise quantitativa de tarefas antes e após a atualização de meia vida dos sistemas.

A MCC (ou RCM) é uma abordagem sistemática, que desenvolve e implementa programas de manutenção eficientes. Identifica e prioriza componentes críticos e avalia a confiabilidade desses, baseada na análise de falhas dos equipamentos, sistemas ou subsistemas. Pode determinar estratégias pertinentes para as manutenções preventivas, preditivas ou corretivas nos sistemas, maximizando a disponibilidade, confiabilidade e segurança na operação do sistema (BLANCHARD, 2004).

Para os termos de confiabilidade, é importante abordar o conceito de taxa de falha para as análises que irão se seguir no decorrer do trabalho. A falha de um componente é a perda da capacidade de um item desempenhar a função requerida e a taxa de falha mede a frequência que um item componente, subsistema ou sistema apresenta a perda de capacidade funcional após um determinado período de exposição operacional (NOWLAN; HEAP, 1978).

Conforme Blanchard (2004), a taxa de falha é um dos princípios básicos para a avaliação da confiabilidade de um sistema e para o planejamento da manutenção preventiva, e é calculada pela fórmula apresentada a seguir.

Taxa de falha:

$$\lambda = \left(\frac{F}{N}\right) \times \left(\frac{1}{T}\right)$$

F – Número de falhas;

N – Número total de itens em operação;

T – Tempo total de operação.

Uma vez determinada a taxa de falha, o Tempo Médio entre Falhas (MTBF – *Mean Time Between Failure*) pode ser obtido pela fórmula abaixo:

$$MTBF = 1/\lambda$$

O valor do MTBF representa o tempo médio em que um determinado item ou um sistema funciona até apresentar uma falha, sendo outro índice de confiabilidade. Quanto maior o tempo médio entre falhas, maior é a confiabilidade do componente. O cálculo de confiabilidade (R – *Reliability*) é a probabilidade de um item falhar durante um tempo determinado de operação e pode ser calculado pela fórmula abaixo.

Confiabilidade (R):

$$R = e^{-t/MTBF}$$

t – Tempo de operação

MTBF – Tempo Médio entre Falhas

Adicionalmente, Raposo (2004 apud NUNES, 2001) apresenta a Manutenção Preditiva inferindo tratar-se de uma modalidade de manutenção em que os equipamentos são submetidos a uma supervisão contínua durante a sua operação. Acrescenta que a monitoração e análise dos parâmetros prediz o estado de funcionamento futuro e que isso permite a programação para uma ação presente.

A Manutenção Preditiva é considerada como uma evolução da Manutenção Preventiva sistemática realizada baseada no tempo (RAPOSO, 2004 apud PINTO; XAVIER, 2001). Traz como vantagens o máximo aproveitamento da vida útil dos itens, o mínimo de intervenção e redução de reparos não planejados.

Para Brothers (2017), esse novo conceito de manutenção para os aviões emerge com uma mudança de perspectiva quanto ao método de correção e prevenção para uma abordagem mais focada na predição e prescrição. A abordagem preditiva de manutenção procura estimar o

que irá acontecer no futuro e é considerada como uma facilitadora essencial nos processos de produção inteligentes (MATYAS, 2017; DOS SANTOS, 2019).

Dos Santos (2019 apud PHILLIPE, 2014) complementa que essa mudança de paradigma na manutenção ocorre pelo incremento da capacidade de conexão de dispositivos e armazenamento de dados, que possibilitam um crescimento exponencial dos dados disponíveis para consulta e análise, e ainda proporcionam oportunidades potenciais de redução de custos através da otimização dos recursos.

Todos os conceitos anteriores estão intrinsecamente relacionados ao desempenho logístico, um termo que, de acordo com Blanchard (2004), indica a capacidade de um sistema em atender às necessidades do cliente em termos de tempo, qualidade e custo. Corroborando, Nowlan e Heap (1978) ressaltam que o desempenho logístico é definido como a capacidade de um sistema logístico em fornecer disponibilidade e confiabilidade para um projeto.

Dessa forma, conclui-se a apresentação dos referenciais que sustentarão o levantamento de dados e a análise a seguir, tendo como foco o Plano de Manutenção da aeronave T-27 e suas modificações após a atualização de meia vida.

#### **4 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DO T-27 E ANÁLISE DE RESULTADOS**

O Programa de Manutenção da aeronave T-27 foi concebido pela empresa EMBRAER, fabricante do projeto, e sofreu e vem sofrendo atualizações ao longo do ciclo de vida da frota. Na FAB, as atualizações seguem conforme determinado pelo fabricante e/ou pelo setor de engenharia do Parque de Material Aeronáutico responsável pelo projeto, no caso o Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (PAMALS). O programa determina o Plano de Manutenção, e nele consta o detalhamento das inspeções programadas que, para o T-27, devem ocorrer após o ciclo de cada 150 horas de voo. Para efeito de conhecimento, os cartões dessas inspeções (ou de tarefas) são padronizados e descritos por meio de Boletins Técnicos enviados pelo PAMALS aos operadores da aeronave.

Os subtópicos seguintes, conforme a metodologia apresentada, sequenciam os dados levantados e as análises pertinentes a cada processo de coleta feito. Descrevem, ainda, a relação dessas informações organizadas com as teorias definidas para o estudo.

#### 4.1 Levantamento das Tarefas nos Cartões de Inspeção (OE1)

Este tópico apresenta a pesquisa realizada referente às modificações de quantidade de tarefas de manutenção e valor de Homem-hora, previsto para o cumprimento das inspeções programadas para a frota T-27.

Para tanto, foi feita a pesquisa documental nas publicações técnicas oficiais que determinam os tipos de inspeções programadas, conforme ciclos acumulativos de horas de voo, verificando a ocorrência de modificações na quantidade de tarefas previstas, antes e depois do processo de atualização da frota T-27.

Ressalta-se que, não houve alteração nos tipos e no ciclo de manutenções programadas em relação às aeronaves T-27 e T-27M, permanecendo conforme quadro abaixo.

**Quadro 2** - Tipo e Ciclo de Inspeções.

<b>TIPO DE INSPEÇÃO</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CICLO</b>
<b>PRÉ-VOO</b>	P1	ANTES DO 1º VOO DO DIA
<b>PÓS-VOO</b>	P2	ÚLTIMO VOO DO DIA
<b>INTERMEDIÁRIA</b>	I	A CADA 150 HORAS
<b>BÁSICA</b>	B	A CADA 300 HORAS
<b>SUPLEMENTAR</b>	2B	A CADA 600 HORAS
<b>SUPLEMENTAR</b>	3B	A CADA 900 HORAS
<b>SUPLEMENTAR</b>	4B	A CADA 1200 HORAS
<b>SUPLEMENTAR</b>	6B	A CADA 1800 HORAS
<b>SUPLEMENTAR</b>	10B	A CADA 3000 HORAS
<b>SUPLEMENTAR</b>	20B	A CADA 6000 HORAS

**Fonte:** (BT) LS97-298 T-27 074, revisão 5 e BT LS22-516 T-27 153.

Portanto, foram analisados os Boletins Técnicos (BT) LS97-298 T-27 074, revisão 5, de 30 de outubro de 2013, última revisão antes do processo de modernização, e o BT LS22-516 T-27 153, de 23 de março de 2022. Esses BT são documentos oficiais emitidos pela engenharia do PAMALS e neles constam os cartões e tarefas previstas para as aeronaves T-27 e T27M, respectivamente.

O levantamento englobou todas as inspeções programadas previstas. Salienta-se que a presente pesquisa não teve como objetivo analisar os motivos pelos quais cada tarefa foi removida ou acrescentada no plano de manutenção, atendo-se apenas aos aspectos da quantidade de tarefas antes e depois da atualização da frota T-27.

Na análise, foram constatadas as seguintes modificações descritas conforme Tabelas 1 e 2 abaixo:

**Tabela 1** - Tarefas excluídas após a modernização das aeronaves.

Inspeção	Ata	Número	Sistema	Inspeção	Ata	Número	Sistema
P1	23	2	ELETRÔNICO	P2	94	3	ARMAMENTO
P1	24	7	ARMAMENTO	P2	94	4	ARMAMENTO
P1	28	4	CÉLULA	P2	94	5	ARMAMENTO
P1	28	5	CÉLULA	I	24	1	ELÉTRICO
P1	28	6	CÉLULA	I	28	3	ELÉTRICO
P1	34	1	ELETRÔNICA	B	24	15	ELÉTRICO
P1	34	3	ELETRÔNICA	B	24	16	ELÉTRICO
P1	34	13	ELÉTRICA	B	24	17	ELÉTRICO
P1	94	1	CÉLULA	2B	23	4	ELÉTRICO
P1	94	2	CÉLULA	2B	24	9	ELÉTRICO
P1	94	3	CÉLULA	2B	34	3	ELETRÔNICO
P1	94	4	CÉLULA	2B	34	11	ELETRÔNICO
P1	94	5	ELÉTRICA	2B	34	12	ELETRÔNICO
P1	94	6	ELÉTRICA	2B	34	13	ELETRÔNICO
P2	94	1	ARMAMENTO	2B	34	14	ELETRÔNICO
P2	94	2	ARMAMENTO				

Fonte: BT LS97-298 T-27 074 e BT LS22-516 T-27 153.

**Tabela 2** - Tarefas acrescentadas após a modernização das aeronaves.

Inspeção	Ata	Número	Sistema
P1	23	1	ELETRÔNICO
P1	31	3	ELETRÔNICO
P1	34	1	ELETRÔNICO
P2	31	2	ELETRÔNICO
I	31	2	ELETRÔNICO
B	31	3	ELETRÔNICO
B	31	4	ELETRÔNICO
2B	23	1	ELETRÔNICO
2B	31	1	INSTRUMENTOS
6B	31	1	ELÉTRICO

Fonte: BT LS22-516 T-27 153.

Conforme observado na Tabela 1, foi constatada a diminuição de 31 tarefas de manutenção antes constantes nos antigos cartões de inspeção, porém, após a modernização, 10 novas tarefas foram inseridas nos cartões (vide Tabela 2). Ainda, ao verificar o novo “tarefário”, percebeu-se que a disposição dos novos instrumentos para a leitura de parâmetros de voo e de motor, a grande maioria incorporado na tela de LCD do *Garmin Display Unit* (GDU 1060), possibilita a aglutinação de várias tarefas que ainda permaneceram no plano de manutenção após a atualização da aeronave. Porém, para a análise bibliográfica e documental definida para o presente trabalho, somente as alterações documentadas pelo Boletim Técnico de referência foram tomadas com premissas consistentes.

Durante o levantamento de dados de Homem-hora (H/h), foram identificadas algumas limitações. A primeira delas está relacionada com a inserção do H/h previsto para as tarefas indicadas nas Tabelas 1 e 2 no SILOMS. O SILOMS registra a execução das inspeções das aeronaves da FAB e formaliza o tempo estimado para cada atividade de manutenção nos cartões de inspeção inseridos no sistema. No entanto, devido à atualização das versões do sistema, de SILOMS 11G para o SILOMS WEB, os dados de H/h ainda estão inconsistentes e aguardam a devida correção.

Além disso, ao entrar em contato com a Inspeção Técnica do Grupo Logístico da Academia da Força Aérea, foi informado da necessidade de realizar uma amostragem mais abrangente para a execução das novas ações de manutenção pelos técnicos mantenedores e inspetores, a fim de obter informações sobre o tempo estimado (H/h) para essas tarefas. Essa ampliação da amostragem permitirá uma avaliação adequada do tempo previsto de execução desses novos serviços, de modo que seja oficialmente determinado e registrado no SILOMS. Portanto, não foi possível realizar uma comparação do H/h antes e depois do processo de modernização devido a essas limitações.

Desta forma, para atendimento ao OE1, o levantamento documental limitou-se a constatar que houve uma diminuição da quantidade de tarefas nas manutenções programadas previstas para o plano de manutenção da aeronave T-27M, totalizando um decréscimo de 21 ações de manutenção, uma vez que 31 tarefas foram extintas, porém outras 10 tarefas foram incorporadas ao projeto.

Conforme os conceitos da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), as tarefas de manutenção foram avaliadas em relação aos seus efeitos e, por meio de metodologia, novas tarefas essenciais foram identificadas e tarefas desnecessárias ou excessivas foram eliminadas.

Segundo Blanchard (2014), o MCC determina para o ciclo de vida de um sistema o melhor programa para a manutenção preventiva periódica e o MTA permite uma evolução das funções de manutenção, em termos de economia de meios, de H/h utilizado e de quantidade e sequenciamento de tarefas de manutenção.

Na abordagem proposta, foi identificado apenas como fator de ganho em desempenho a diminuição da quantidade de tarefas de manutenção. Não sendo possível, por limitação vivenciada, avaliar se houve ganho em termos de H/h utilizados no novo plano de manutenção.

## 4.2 Capacidades de Monitoramento dos Sistemas após a atualização (OE2)

O projeto T-27M incorporou como sistemas de instrumentos de voo, instrumentos de indicação de parâmetros de motor, de rádio comunicação e de navegação os equipamentos G600Xi/GDU 1060, GTN – 650Xi e GI 275, todos itens desenvolvidos pela empresa GARMIN, sendo, ainda, acrescentados outros elementos para prover a interface desses itens com o sistema legado da aeronave, conforme descrito na Ordem Técnica (O.T) T-27M -1- OS-1 REV 2. Salienta-se que a referida O.T fornece aos operadores das aeronaves T-27M as informações necessárias para a operação segura do vetor. A Imagem 1 ilustra os equipamentos G600Xi/GDU 1060, GTN – 650Xi e GI 275 instalados na aeronave T-27M.

**Imagem 1** - Nova aviônica do T-27M



*Fonte:* O autor.

Ainda, a O.T T-27M-1-1-OS-1 menciona em sua NOTA (p. 1-12) que o guia de referência do equipamento G600Xi, fornecido pelo fabricante GARMIN, contém descrições detalhadas, avisos, recursos, cuidados e recomendações sobre o sistema. Portanto, para obter as informações necessárias para responder o OE2, utilizou-se esse manual, por meio do qual foi possível documentar todos os recursos aos quais permitem monitorar os parâmetros da aeronave durante a operação.

O levantamento constatou que o Guia do Piloto G600TXi (GARMIN *Pilot's Guide G500(H)/G600/G700 TXi*) descreve uma ampla capacidade de monitoramentos realizados pelo novo sistema durante a operação da aeronave. Oferecendo recursos como mensagens de alerta que notificam os pilotos sobre falhas nos sistemas, excedências de parâmetros máximos ou mínimos durante a operação e, como destaque, a capacidade de gravar todos esses avisos e parâmetros de operação da aeronave em logs<sup>2</sup> de voo e de manutenção. Essa funcionalidade

---

<sup>2</sup> Em computação, log de dados é uma expressão utilizada para descrever o processo de registro de eventos relevantes num sistema computacional. Esse registro pode ser utilizado para restabelecer o estado original de um sistema ou para que um administrador conheça o seu comportamento no passado (ROCHA, 2021).

possibilita a realização de manutenções preditivas, contribuindo para a eficiência e o planejamento adequado das atividades de manutenção.

Segue abaixo o extrato dos principais recursos de monitoramento, atualmente presentes no sistema, e que podem ser utilizados para definição de futuras manutenções preditivas para o projeto, mas que, atualmente, já permitem diagnósticos mais precisos para a correção das falhas durante as manutenções preventivas e corretivas.

**Quadro 3** - Alertas de falhas para o operador.

<b>ADVISORY</b> (Aviso durante a operação)	Falha elétrica ou de mau funcionamento do GDU	<b>Anúncio de Falhas no PFD</b>	Velocidade indicada
	Falha do sistema de GPS		Altimetria
	Falha do sistema NAV		Indicação de atitude
	Alertas de <i>exceedances</i>		Velocidade vertical indicada
			Indicação de Proa

Fonte: Adaptado de GARMIN *Pilot's Guide G600 TXi* (2021, p. 45- 64)

**Quadro 4** - Recursos para a gravação de dados de voo e definição de alertas de excedência.

<b>Data Logging Function</b> (Gravação de Dados de Voo)	Gera arquivos de log automaticamente ao energizar a aeronave	<b>Exceedance Logging</b> (Gravação de Parâmetros de Excedência)	Permite gerar um arquivo de excedência de parâmetro assim que algum parâmetro selecionado previamente atingir o limite máximo, mínimo e/ou o tempo máximo permitido para determinada faixa
	Registra vários parâmetros relacionados aos instrumentos de voo da aeronave, indicações do motor e configuração		As excedências de parâmetros de motor registram dados detalhados sobre a medida excedida e detalhes contextuais sobre outros parâmetros durante o evento
	Permite a transmissão de dados de voo e motor para visualização em software de análise (Garmin Pilot)		Os avisos (Advisory) notificam 30 segundos após o término da excedência (durante o voo) e uma vez que a aeronave está no solo
	Permite a gravação dos dados registrados em cartão SD		As excedências podem ser configuradas pela manutenção, de maneira que os avisos correspondam às limitações e/ou parâmetros a serem observados

Fonte: Adaptado de GARMIN *Pilot's Guide G600 TXi* (2021, p. 68 e 73)

Assim, constata-se uma gama de recursos disponíveis nos sistemas modernizados, os quais permitem a gravação de dados para o acompanhamento de parâmetros durante a operação das aeronaves e que podem ser utilizados como ferramentas de avaliação para definir e implementar inspeções preditivas.

Como exemplo, o acompanhamento dos parâmetros de temperatura do motor (T5) e de velocidade da turbina de potência (NG) registrados e gravados, podem apresentar uma linha de tendência de desgaste para o motor das aeronaves. De acordo com ProConcept (2022), no caso de aeronaves com dados de operação do motor gravados, é possível aplicar um modelo de predição para a análise contínua dos resultados obtidos dos sensores de corrente, temperatura, vibração etc.

No caso de falhas, é possível determinar, com precisão, o tempo total de operação dos novos componentes até o evento, por meio dos logs de manutenção. Além disso, é possível correlacionar os outros parâmetros gravados durante o voo, especialmente em situações de extrapolação de parâmetros (*exceedance*), o que melhora o diagnóstico da causa da falha.

Ratifica-se que a implementação de inspeções preditivas envolve técnicas ou métodos para avaliar o estado de um equipamento por meio de medição, acompanhamento ou monitoramento de parâmetros. A manutenção preditiva é considerada um avanço em relação à manutenção preventiva e é um recurso integrante do conceito do MCC (RAPOSO, 2004, apud PINTO; XAVIER, 2001).

Respondendo o OE2, constata-se que a atualização de meia vida da aeronave T-27 trouxe ferramentas que permitem o monitoramento de parâmetros do ciclo de operação do projeto e que podem ser utilizadas para aperfeiçoar o desempenho das ações de manutenção, principalmente admitindo intervenções preditivas e/ou corretivas com maior assertividade.

#### **4.3 Taxa de Falha e Confiabilidade dos Componentes dos Sistemas (OE3)**

Para esta análise o primeiro levantamento de dados foi realizado para os componentes antigos dos sistemas de instrumentos de voo, instrumentos de parâmetros de motor, de rádio comunicação e navegação. No SILOMS, foi consultado o número de recolhimento por falha, para cada componente selecionado, sendo verificado as quantidades para cada ano preestabelecido, conforme relacionado pela tabela abaixo.

**Tabela 3** - Quantidade de itens recolhidos por falha por ano de amostragem.

NOMENCLATURA	PN	2020	2019	2018
<b>HORIZONTE PRINCIPAL</b>	H321AAM1T E SEUS ALTERNADOS	61 EA	48 EA	49 EA
<b>HORIZONTE RESERVA</b>	501-1295-01	18 EA	09 EA	16 EA
<b>VELOCÍMETRO</b>	39948-B0501 E SEUS ALTERNADOS	08 EA	14 EA	09 EA
<b>INDICADOR DE NG</b>	PW4004KTD-1	19 EA	12 EA	15 EA
<b>INDICADOR DE T5</b>	PW763MV-BU1-790	06 EA	12 EA	21 EA
<b>INDICADOR DE NH</b>	PW4005KTD-2 E SEUS ALTERNADOS	04 EA	08 EA	07 EA
<b>INDICADOR DE TORQUE</b>	SE-0C2F E SEUS ALTERNADOS	11 EA	13 EA	07 EA
<b>ALTÍMETRO 1P</b>	64111-307-1	07 EA	07 EA	10 EA
<b>ALTÍMETRO 2P</b>	64111-995-1	05 EA	02 EA	03 EA
<b>PAINEL VHF</b>	622-4530-016	25 EA	34 EA	33 EA
<b>PAINEL NAV (VOR)</b>	622-4531-113 E SEUS ALTERNADOS	11 EA	04 EA	08 EA

\*Todos os itens classificados como *On Condition*.

Fonte: SILOMS, 2023.

Uma vez verificado a quantidade de recolhimentos por falha, foi feito o levantamento, também no SILOMS, da quantidade de horas totais voadas para cada ano, de modo a definir o período de exposição operacional para os itens.

Cabe a ressalva de que os itens não possuem controle das horas exatas de operação, sendo assim utilizada a premissa de confiabilidade exponencial, no qual a taxa de falha é considerada constante para o período inteiro de operação, no caso, o tempo total de horas voadas pela frota no ano. Outra premissa importante é a de que as características dos itens (elétricos/eletrônicos e *On condition*) permitem inferir que todos encontram-se na fase de vida madura da curva da banheira, o que corrobora com a primeira premissa (taxa de falha constante).

Essas premissas estão relacionadas aos conceitos apresentados por Nowlan e Heap (1978), os quais descrevem a curva de falha (ou curva da banheira) do ciclo de vida de um componente. Essa curva é dividida em três fases: infantil, vida útil e desgaste. No caso mencionado, a fase de vida útil (ou madura), na qual os itens estão localizados, está associada à estabilidade da taxa de falha ao longo do tempo, respaldando a premissa de taxa de falha constante utilizada na análise.

Assim, utilizando como referência o conceito de confiabilidade apresentado por Blanchard, juntamente com as fórmulas, previamente mencionadas no tópico de referências do trabalho, os dados levantados e os cálculos para a taxa de falha ( $\lambda$ ), MTBF e confiabilidade para

cada componente foram calculados e tabulados com o auxílio de planilha eletrônica (Excel). Os resultados estão descritos na tabela abaixo.

**Tabela 4 - Cálculo da Taxa de Falha e Confiabilidade por Ano.**

<b>2018</b>					
<b>ITEM</b>	<b>QTD FALHAS</b>	<b>HORAS VOADAS</b>	<b>TAXA DE FALHA (<math>\lambda</math>)</b>	<b>MTBF</b>	<b>RELIABILITY</b>
<b>HORIZONTE PRINCIPAL</b>	49	11357	0,00431452	231,7755	52%
<b>HORIZONTE RESERVA</b>	16	11357	0,001408823	709,8125	81%
<b>VELOCÍMETRO</b>	9	11357	0,000792463	1261,889	89%
<b>INDICADOR DE NG</b>	15	11357	0,001320771	757,1333	82%
<b>INDICADOR DE T5</b>	21	11357	0,00184908	540,8095	76%
<b>INDICADOR DE NH</b>	7	11357	0,00061636	1622,429	91%
<b>INDICADOR DE TORQUE</b>	7	11357	0,00061636	1622,429	91%
<b>ALTÍMETRO 1P</b>	10	11357	0,000880514	1135,7	88%
<b>ALTÍMETRO 2P</b>	3	11357	0,000264154	3785,667	96%
<b>PAINEL VHF</b>	33	11357	0,002905697	344,1515	65%
<b>PAINEL NAV (VOR)</b>	8	11357	0,000704411	1419,625	90%
<b>2019</b>					
<b>ITEM</b>	<b>QTD FALHAS</b>	<b>HORAS VOADAS</b>	<b>TAXA DE FALHA (<math>\lambda</math>)</b>	<b>MTBF</b>	<b>RELIABILITY</b>
<b>HORIZONTE PRINCIPAL</b>	48	10928	0,004392387	227,6667	52%
<b>HORIZONTE RESERVA</b>	9	10928	0,000823572	1214,222	88%
<b>VELOCÍMETRO</b>	14	10928	0,001281113	780,5714	83%
<b>INDICADOR DE NG</b>	12	10928	0,001098097	910,6667	85%
<b>INDICADOR DE T5</b>	12	10928	0,001098097	910,6667	85%
<b>INDICADOR DE NH</b>	8	10928	0,000732064	1366	90%
<b>INDICADOR DE TORQUE</b>	13	10928	0,001189605	840,6154	84%
<b>ALTÍMETRO 1P</b>	7	10928	0,000640556	1561,143	91%
<b>ALTÍMETRO 2P</b>	2	10928	0,000183016	5464	97%
<b>PAINEL VHF</b>	34	10928	0,003111274	321,4118	63%
<b>PAINEL NAV (VOR)</b>	4	10928	0,000366032	2732	95%

2020					
ITEM	QTD FALHAS	HORAS VOADAS	TAXA DE FALHA ( $\lambda$ )	MTBF	RELIABILITY
HORIZONTE PRINCIPAL	61	11650	0,005236052	190,9836	46%
HORIZONTE RESERVA	18	11650	0,001545064	647,2222	79%
VELOCÍMETRO	8	11650	0,000686695	1456,25	90%
INDICADOR DE NG	19	11650	0,001630901	613,1579	78%
INDICADOR DE T5	6	11650	0,000515021	1941,667	93%
INDICADOR DE NH	4	11650	0,000343348	2912,5	95%
INDICADOR DE TORQUE	11	11650	0,000944206	1059,091	87%
ALTÍMETRO 1P	7	11650	0,000600858	1664,286	91%
ALTÍMETRO 2P	5	11650	0,000429185	2330	94%
PAINEL VHF	25	11650	0,002145923	466	72%
PAINEL NAV (VOR)	11	11650	0,000944206	1059,091	87%

Fonte: O autor.

Após os cálculos realizados, foram obtidas conclusões relevantes em termos de confiabilidade dos itens. Por exemplo, ao analisarmos o componente Horizonte Principal, observamos um aumento no número de recolhimentos por falha em 2020, totalizando 61 ocorrências. Para calcular sua taxa de falha ( $\lambda$ ) nesse ano, dividimos a quantidade de falhas pelo tempo total de operação, que foi em um total de 11.650 horas. Com base nesse cálculo, determinamos um tempo médio entre falhas (MTBF) de, aproximadamente, 190 horas. Esse valor indica que, em 2020, o Horizonte Principal do T-27 apresentava falhas em média a cada 190 horas de voo.

Conforme já mencionado, o ciclo entre inspeções para a aeronave T-27 é de 150 horas, ou seja, no ano de 2020, o item Horizonte Principal era substituído por falha com um intervalo menor que duas inspeções programadas, acarretando uma confiabilidade muito baixa (46%) para um item classificado como *on condition* (todos os cálculos de confiabilidade foram realizados para  $t = 150$  horas, tempo de operação da aeronave entre inspeções programadas).

Uma vez levantado os valores para o período dos três anos, a fim de facilitar a comparação com levantamento feito para o período após a atualização do projeto, foram determinadas as médias para as taxas de falha, MTBF e confiabilidade para os 3 anos selecionados.

Tabela 5 - Valores médios calculados para o período (2018, 2019 e 2020).

MÉDIAS					
ITEM	QTD FALHAS	HORAS VOADAS	TAXA DE FALHA ( $\lambda$ )	MTBF	RELIABILITY
<sup>1</sup> HORIZONTE PRINCIPAL	52,67	11311,67	0,0046477	216,81	50%
HORIZONTE RESERVA	14,33	11311,67	0,001259153	857,09	83%
<sup>1</sup> VELOCÍMETRO	10,33	11311,67	0,000920090	1166,24	87%
<sup>1</sup> INDICADOR DE NG	15,33	11311,67	0,001349923	760,32	82%
<sup>1</sup> INDICADOR DE T5	13,00	11311,67	0,001154066	1131,05	84%
<sup>1</sup> INDICADOR DE NH	6,33	11311,67	0,000563924	1966,98	92%
<sup>1</sup> INDICADOR DE TORQUE	10,33	11311,67	0,000916724	1174,04	87%
<sup>1</sup> ALTÍMETRO 1P	8,00	11311,67	0,000707310	1453,71	90%
<sup>1</sup> ALTÍMETRO 2P	3,33	11311,67	0,000292118	3859,89	96%
<sup>2</sup> PAINEL VHF	30,67	11311,67	0,002720964	377,19	67%
<sup>2</sup> PAINEL NAV (VOR)	7,67	11311,67	0,000671550	1736,91	90%

<sup>1</sup> Instrumentos que foram substituídos pelo G600 – GDU 1060 (*Garmin Display Units*)

<sup>2</sup> Equipamentos que foram substituídos pelo GTN

Fonte: Cálculo realizado pelo autor com base nos dados do SILOMS (2023)

Continuando o levantamento, recorreu-se novamente ao SILOMS para verificar a quantidade de recolhimentos por falhas nos novos itens que assumiram as funções dos componentes mencionados anteriormente. Para uma melhor visualização, abaixo está a imagem que ilustra o display da aeronave T-27M, destacando os instrumentos de voo e os instrumentos de parâmetros de motor relacionados que foram substituídos pelo G600/GDU1060.

Imagem 2 - Comparativo painel de instrumentos T-27M e T-27.



Fonte: O autor.

Para os itens de rádio comunicação e navegação houve a substituição dos painéis de VHF e VOR pelo equipamento GTN 650 TXi, conforme sinalizado na imagem abaixo.

**Imagem 3** - Comparativo painel de rádio e navegação T-27M e T-27.



**Fonte:** O autor.

Reforçando, o levantamento sobre as falhas dos componentes modernizados foi definido para o período compreendido entre o início de operação do T-27M na AFA (2021), até março de 2023. Na pesquisa, foi constatado que não houve no período recolhimento por falha do item G600/GDU 1060, tela que consolida todos os instrumentos para a verificação dos parâmetros de voo e do motor nas aeronaves T-27M. Com a ausência de recolhimentos, podemos inferir que a modernização do sistema resultou em uma melhoria significativa na confiabilidade e desempenho dos componentes. Isso sugere que o sistema atualizado está operando de forma mais confiável, com menor probabilidade de ocorrerem falhas nos componentes.

No caso do componente GTN-650Xi, foram registrados sete recolhimentos devido a falhas durante a operação da aeronave. É importante ressaltar que esse item substitui tanto os equipamentos de comunicação VHF quanto os de rádio navegação, incorporando as duas funções. Ao analisar as Fichas de Coleta de Dados de Defeitos (FCDD<sup>3</sup>), constatou-se que os recolhimentos ocorreram tanto por falhas nas funções de comunicação quanto por falhas nas funções de navegação.

No entanto, o componente deve ser substituído no caso de qualquer uma dessas falhas, de modo que foi realizada a comparação entre os valores de confiabilidade do novo componente e dos dois componentes antigos, não distinguindo especificamente as falhas do novo item.

Segue abaixo a tabela com os valores para a taxa de falha, MTBF e Confiabilidade para o item, sendo determinado o tempo de exposição operacional a soma das horas voadas no período, que totalizou 13044:20 horas.

<sup>3</sup> FCDD é um formulário do SILOMS utilizado para padronizar e facilitar a coleta de dados sobre defeitos em aeronaves e para auxiliar na identificação das causas desses defeitos lançados (BRASIL, 2017).

**Tabela 6** - Cálculo para as falhas do GTN-650Xi.

Ano	Horas voadas	Total de horas	Qtd falhas	Taxa de falhas ( $\lambda$ )	MTBF	Reliability
2021	54:10					
2022	10468:55	13044:20	7	0,000536632	1863,476	92%
2023	2521:15					

Fonte: SILOMS, 2023.

Para o OE3, os dados levantados permitem a comparação e a visibilidade da melhora na confiabilidade dos componentes após a modernização. Para os itens afetos aos instrumentos de voo e de indicações de parâmetros de motor, percebe-se uma modificação drástica no desempenho esperado para esses sistemas, ainda não ocorrendo falhas no componente substituído. Vale ressaltar que o volume de horas de operação para a avaliação da confiabilidade dos itens do T-27M foi maior que o volume de horas de todos os anos estabelecidos para a avaliação da confiabilidade do antigo T-27, bem como a média calculada para os 3 anos pesquisados.

Para os componentes inerentes aos sistemas de rádio comunicação e navegação, também foi possível comparar a confiabilidade após a substituição dos itens legados, conforme ilustrado no quadro abaixo.

**Quadro 5** - Comparativo de confiabilidade entre itens substituídos.

T-27		T-27 M	
ITEM	CONFIABILIDADE	ITEM	CONFIABILIDADE
PAINEL VHF	67%	GTN-650Xi	92%
PAINEL NAV (VOR)	90%		

Fonte: O autor.

Para as funções de rádio comunicação, o sistema obteve um significativo ganho de confiabilidade após a modernização, aumentando de 67% para 92%, sendo que a para o sistema de navegação VOR a melhora de confiabilidade foi de 2% (de 90 para 92%). Reafirmando o conceito, a confiabilidade (*Reliability* – R) é a probabilidade de um item operar satisfatoriamente por um determinado período e sob condições específicas e acaba por sinalizar, também, a qualidade do produto (PRISTO, 2022, apud EBELING, 2019).

Encerrando o tópico, é possível consultar, no Anexo A do trabalho, o código de todos os recolhimentos por falhas levantados no SILOMS durante o período específico da pesquisa.

#### 4.4 Desempenho Logístico (OE4)

Esta seção correlaciona os resultados apresentados nos tópicos anteriores com os termos associados ao desempenho logístico esperado para um programa de manutenção de uma frota de aeronaves (OE4).

De acordo com Blanchard (2004), vários fatores tornam um plano de manutenção eficiente. No plano de manutenção, por exemplo, está relacionada à sua capacidade de maximizar a disponibilidade dos equipamentos, minimizar custos desnecessários e garantir a confiabilidade do sistema.

A proposta de Nowlan e Heap (1978) é a de que a confiabilidade de um sistema pode ser aprimorada pela redução do número de falhas e do tempo de reparo. Nesse aspecto, a manutenção preditiva passa ser a técnica eficaz, que utiliza dados coletados ao longo da operação dos sistemas e, assim, identifica falhas antes da degradação das funções necessárias à operação, evitando paradas não programadas. A combinação dessas técnicas determina um programa de manutenção com uma robusta suportabilidade e um elevado desempenho logístico.

Além disso, Nowlan e Heap (1978) e Blanchard (2004) apresentam a MCC como uma abordagem sistemática para desenvolver ou otimizar um programa de manutenção para aeronaves. Essa abordagem define indicadores de desempenho logístico, como confiabilidade de componentes ou sistemas, tempo médio entre falhas (MTBF), taxa de falhas, ciclo e sequenciamento de tarefas de manutenção programadas, bem como ferramentas para monitorar e coletar dados dos sistemas e componentes ao longo da operação.

Corroborando, Mendes e Ribeiro (2014) inferem que as atualizações de tarefas de manutenção, ferramentas de monitoramento e controle de sistemas embarcados e a confiabilidade de componentes são fatores importantes para o bom desempenho logístico de um plano de manutenção.

Dessa forma, fica estabelecida a correlação entre os termos essenciais relacionados ao desempenho logístico de um programa de manutenção para aeronaves e os objetivos específicos mencionados anteriormente, respondendo o OE4. Os principais termos englobam: a otimização das tarefas previstas para as manutenções programadas (OE1); a implementação de ferramentas para monitorar o funcionamento de sistemas e componentes (OE2) e; a sinalização de melhora nos parâmetros de confiabilidade dos sistemas (OE3). Esses fatores são considerados indicadores fundamentais para avaliar e aprimorar o desempenho logístico no mencionado programa.

Por fim, com base nas teorias apresentadas e nos resultados obtidos, na análise final da pesquisa conclui-se que a modernização de meia vida do projeto T-27 teve impactos positivos no desempenho logístico da execução do plano de manutenção do projeto, alcançando, assim, o objetivo geral proposto.

## 5 CONCLUSÃO

A importância estratégica do gerenciamento do ciclo de vida do projeto T-27 suscitou o objetivo do presente trabalho, qual seja, analisar o impacto da modernização de meia-vida no plano de manutenção do projeto T-27, considerando suas implicações no desempenho logístico. O vasto universo sobre o tema foi delimitado para os aspectos relacionados à execução das tarefas de manutenção programadas, novos recursos de monitoração dos sistemas e confiabilidade de itens.

A pesquisa documental das legislações, ordens técnicas e sistêmicas proporcionou a base para a seleção e levantamento dos dados apresentados, os quais foram essenciais para as comparações e análises realizadas. O arcabouço teórico adotado, que abrange os conceitos de Suportabilidade Logística e Manutenção Centrada na Confiabilidade, orientou a análise do estudo de caso sobre a atualização, fornecendo as respostas aos objetivos específicos e geral da pesquisa.

Foi identificado que a atualização de meia vida do projeto T-27 resultou em modificações no plano de manutenção, reduzindo a quantidade de tarefas. No entanto, como limitação enfrentada, não foi possível determinar as mudanças relacionadas ao tempo de trabalho previsto para a execução dos cartões de inspeção antes e após a atualização da aeronave, uma vez que ainda é aguardada a documentação e lançamento sistêmico (SILOMS) que dimensione oficialmente as tarefas neste aspecto.

Além disso, os novos componentes dos sistemas de aviônicos e indicação de parâmetros de voo e motor possuem recursos para a gravação de dados de operação e alertas durante o voo, o que permite a avaliação da implementação de manutenções preditivas com base nesses dados coletados e registrados. Por fim, durante o recente período de operação do T-27M na Academia da Força Aérea, foi notada uma significativa melhora na confiabilidade dos sistemas de indicação de parâmetros de voo e motor, comunicação e navegação, após a modernização de seus componentes.

Com base nos dados levantados e amparado pelas análises realizadas à luz das teorias de Análise de Suportabilidade Logística, a Manutenção Centrada na Confiabilidade e revisão

bibliográfica sobre as definições de eficiência logística para a Força Aérea Brasileira, o presente trabalho atingiu o objetivo geral pretendido, analisando os impactos da modernização de meia vida no projeto T-27 e indicando os ganhos em termos de desempenho logístico para a execução do plano de manutenção da frota, quais sejam: redução de tarefas nas manutenções programadas, ferramentas de monitoramento que permitem ações de manutenção preditivas e a melhora na confiabilidade de sistemas.

É importante ressaltar que o presente estudo teve uma natureza preliminar, abordando apenas os princípios básicos dos referenciais teóricos e de suas ferramentas para análise. As teorias apresentadas e o estudo de caso proporcionam uma base para estudos mais amplos e aprofundados, além de serem metodologicamente extrapoláveis para outros projetos da FAB. Esses estudos trazem subsídios para avaliar novas atualizações de meia vida e projetar os ganhos em termos de suportabilidade logística (ou desempenho logístico) pretendidos para os projetos, de modo que seja possível a observação de todos os fatores, sejam operacionais ou logísticos, de vantagens e desvantagens para a modernização de uma frota.

Como conclusão, é recomendado que pesquisas futuras complementem os dados de manutenção com a análise dos custos operacionais e logísticos, visando obter uma visão abrangente e identificar outros indicadores que possam auxiliar nas decisões relacionadas a atualizações de meia vida, descontinuidade ou aquisição de novos projetos. Essa abordagem permitirá uma análise mais completa, embasando a gestão estratégica para o ciclo de vida dos projetos na FAB.

## REFERÊNCIAS

BLANCHARD, Benjamin S. **Logistics Engineering and Management**. 6th ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall, 2004.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Portaria nº 1.224/GC3, de 10 de novembro de 2020**. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira - Volume 1 (DCA-1-1). Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material Aeronáutico e Bélico. **Portaria nº 76/PLON, de 26 de junho de 2022**. Aprova a reedição do Anuário Estatístico da Logística (TCA 400-2). Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, n. 120, p. 192, 29 jun. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Portaria no 346/GC3, de 09 de agosto de 2022**. Aprova a reedição da Doutrina de Logística de Aeronáutica (DCA 2-1). Boletim do Comando da Aeronáutica, Rio de Janeiro, n. 151, p. 149, 12 ago. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. **SILOMS WEB: Controle de utilização**. Rio de Janeiro. Disponível em: <[https://aeronaves.servicos.ccarj.intraer/siloms-manutencao/faces/operador/aeronautico/gerenciar\\_recolhimento.xhtml](https://aeronaves.servicos.ccarj.intraer/siloms-manutencao/faces/operador/aeronautico/gerenciar_recolhimento.xhtml)>. Acesso em: 10 mar. 2023.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa. BT LS22-516 T-27 153, 24/03/2022. **BOLETIM TÉCNICO: Cartões de Inspeção da Aeronave T-27M (Tucano)**, Brasil, 24 mar. 2022.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa. BT LS97-298 T-27 074, LST100A220000700, 24/03/2022. **BOLETIM TÉCNICO: Cartões de Inspeção da Aeronave T-27 (Tucano)**, Brasil, Rev5, 30 out. 2013.

COMAER. PAMALS. O.T.1 T27M-1-OS-1, REV 2, 15/07/2022. **Suplemento Operacional: Manual de Voo**, Brasil, 15 jul. 2022.

DOS SANTOS, E. F. G. **Manutenção Aeronáutica Preditiva - Procedimentos, Técnicas e Business Models**. Orientador: Prof. Doutor Henrique O’Neil. 2019. Dissertação (Requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Serviços e Tecnologia) - ISCTE Business School Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2019.

GARMIN. **G500(H)/G600/G700 TXi Pilot's Guide**. [Local de publicação: G600 TXi | Garmin | Brasil | Centro de assistência Garmin,] 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2023.

MANUTENÇÃO PREDITIVA: TIPOS, EXEMPLOS E COMO APLICAR. 24 jun. 2022. Disponível em: <https://proconcept.com.br/manutencao-preditiva/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

MARCH 2017, Eric Brothers|. **Prescriptive analytics in aircraft maintenance**. [s. d.]. Aerospace Manufacturing and Design. Disponível em: <<https://aerospacemanufacturinganddesign.com/article/prescriptive-analytics-in-aircraft-maintenance/>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

MATYAS, Kurt; NEMETH, Tanja; KOVACS, Klaudia; GLAWAR, Robert. **A procedural approach for realizing prescriptive maintenance planning in manufacturing industries**. CIRP Annals, v. 66, n. 1, p. 461–464, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.007>.

MENDES, Angélica Alebrant; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Estabelecimento de um plano de manutenção baseado em análises quantitativas no contexto da MCC em um cenário de produção JIT**. Production, v. 24, p. 675–686, set. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000065>.

NOWLAN, F. S.; HEAP, H. F. **Reliability-Centered Maintenance**. Springfield: United States Department of Commerce, 1978.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. de A. N. **Manutenção: função estratégica**. 2a. ed. rev. amp. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

RAPOSO, J. L. O. **Manutenção centrada em confiabilidade aplicada a sistemas elétricos: uma proposta para uso de análise de risco no diagrama de decisão**. 2004. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2004.

ROCHA, Aldry. **Gerenciamento de Logs | Como funciona e porque é importante na TI**. 16 ago. 2021. OpServices | **Gerenciamento de TI & Dashboards em tempo real**. Disponível em: <https://www.opservices.com.br/gerenciamento-de-logs/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

VALE, José Tadeu Medeiros do; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra; ABRAHÃO, Fernando Teixeira Mendes. **Modernização de Meia Vida de Aeronaves Militares: Uma avaliação da melhor política**. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP – Brasil, 2018.

**ANEXO A – Levantamento de recolhimentos no SILOMS**

ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS					
	2018		2019		2020	
<b>HORIZONTE PRINCIPAL</b>	3740040823	3740041586	3740043189	3740044299	3740045381	3740046303
	3740040916	3740041632	3740043359	3740044390	3740045414	3740046366
	3740041141	3740041679	3740043360	3740044391	3740045415	3740046443
	3740041142	3740041706	3740043367	3740044392	3740045562	3740046603
	3740041143	3740041838	3740043368	3740044393	3740045569	3740046604
	3740041224	3740041840	3740043626	3740044394	3740045570	3740046656
	3740041250	3740041874	3740043655	3740044395	3740045625	3740046657
	3740041251	3740041877	3740043722	3740044505	3740045699	3740046697
	3740041252	3740042072	3740043778	3740044506	3740045700	3740046698
	3740041308	3740042083	3740043779	3740044573	3740045785	3740046824
	3740041315	3740042180	3740043807	3740044643	3740045786	3740046878
	3740041319	3740042218	3740043867	3740044644	3740045787	3740046880
	3740041334	3740042219	3740043909	3740044677	3740045788	3740046933
	3740041350	3740042445	3740044064	3740044682	3740045789	3740046962
	3740041361	3740042497	3740044065	3740044714	3740045790	3740047045
	3740041373	3740042567	3740044104	3740044715	3740045791	3740047046
	3740041428	3740042641	3740044107	3740044758	3740045849	3740047047
	3740041430	3740042713	3740044108	3740044767	3740045865	3740047062
	3740041434	3740042714	3740044127	3740044870	3740045984	3740047140
	3740041435	3740042749	3740044157	3740045007	3740045994	3740047194
	3740041457	3740042795	3740044158	3740045008	3740046057	3740047195
	3740041495	3740042961	3740044159	3740045069	3740046116	3740047196
	3740041511	3740042968	3740044245	3740045075	3740046139	3740047197
	3740041527	3740043052	3740044246	3740045249	3740046140	3740047398
	3740041541				3740046141	3740047407
					3740046202	3740047558
					3740046236	3740047573
					3740046246	3740047608
					3740046281	3740047694
					3740046283	3740047695
					3740046284	

ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
<b>HORIZONTE RESERVA</b>	3740040825	3740043109	3740045605
	3740041459	3740043157	3740045646
	3740041499	3740043868	3740045823
	3740041631	3749944111	3740045879
	3740041717	3740044253	3740045950
	3740041790	3740044292	3740046133
	3740041837	3740044300	3740046134
	3740041886	3740044539	3740046135
	3740041896	3740044934	3740046199
	3740042130		3740046302
	3740041501		3740046714
	3740042565		3740046826
	3740042768		3740047333
	3740042792		3740047396
	3740042853		3740046397
	3740042981		3740047606
			3740047657
			3740047754
ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
<b>VELOCÍMETRO</b>	3740040897	3740043525	3740046119
	3740040932	3740043529	3740046142
	3740041139	3740043652	3740046647
	3740041159	3740043776	3740046715
	3740041409	3740043862	3740047332
	3740041432	3740043923	3740047395
	3740041448	3740044112	3740047658
	3740041449	3740044129	3740047740
	3740041791	3740044371	
		3740044389	
		3740044678	
		3740044787	
		3740044900	
		3740045190	

ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
<b>INDICADOR DE NG</b>	3740041231	3740043504	3740045684
	3740041712	3740043596	3740045926
	3740041898	3740043864	3740046122
	3740041956	3740043905	3740046124
	3740041959	3740043906	3740046200
	3740041960	3740044086	3740046201
	3740041975	3740044288	3740046406
	3740042082	3740044540	3740046605
	3740042259	3740044647	3740046827
	3740042444	3740045028	3740046828
	3740042527	3740045219	3740046829
	3740042529	3740045250	3740046847
	3740042751		3740046848
	3740042752		3740046932
	3740042931		3740047269
			3740047321
			3740047654
			3740047750
		3740047765	
ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
<b>INDICADOR DE T5</b>	3740041283	3740043320	3740045584
	3740041400	3740043773	3740045585
	3740041556	3740043925	3740046475
	3740041736	3740044103	3740047512
	3740041887	3740044161	3740047604
	3740041900	3740044196	3740047766
	3740041903	3740044289	
	3740041904	3740044397	
	3740042020	3740044567	
	3740042261	3740044675	
	3740042275	3740044819	
	3740042417	3740045029	
	3740042419		
	3740042493		
	3740042531		
	3740042532		
	3740042533		
	3740042712		
	3740042954		
	3740042955		
3740043073			

ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
INDICADOR DE NH	3740040855	3740043432	3740046444
	3740041232	3740043863	3740046907
	3740041710	3740044243	3740046931
	3740041799	3740044364	3740047674
	3740041897	3740044365	
	3740042098	3740044645	
	3740042423	3740045221	
		3740045223	
ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
INDICADOR DE TORQUE	3740040931	3740043140	3740045864
	3740040991	3740043311	3740045973
	3740041284	3740043440	3740046125
	3740041778	3740043441	3740046231
	3740042472	3740043442	3740046368
	3740042576	3740043443	3740046606
	3740042736	3740043494	3740046696
		3740043797	3740046884
		3740043798	3740046988
		3740043904	3740047060
		3740044737	3740047394
		3740044820	
		3740044821	
ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
ALTÍMETRO 1P	3740040937	3740043199	3740045867
	3740041112	3740043633	3740045882
	3740041366	3740044359	3740046000
	3740041368	3740044674	3740046137
	3740041498	3740044713	3740046138
	3740041691	3740044739	3740046367
	3740041703	3740044931	3740047702
	3740041640		
	3740042793		
	3740042982		
ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
ALTÍMETRO 2P	3740041149	3740043634	3740045794
	3740041411	3740043697	3740045797
	3740042815		3740046136
			3740046197
			3740046737

ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS					
	2018		2019		2020	
<b>PAINEL VHF</b>	3740040950	3740042500	374004311	3740044247	3740045399	3740046619
	3740040952	3740042558	3740043131	3740044251	3740045595	3740046958
	3740041200	3740042581	3740043138	3740044323	3740045748	3740046985
	3740041235	3740042585	3740043139	3740044560	3740045762	3740046986
	3740041384	3740042672	3740043278	3740044562	3740045771	3740047001
	3740041480	3740042673	3740043455	3740044669	3740045889	3740047118
	3740041725	3740042856	3740043456	3740044727	3740045890	3740047526
	3740041726	3740042859	3740043459	3740044797	3740045989	3740047528
	3740041825	3740042869	3740043467	3740044837	3740046074	3740047562
	3740041845	3740042879	3740043507	3740044885	3740046313	3740047617
	3740041868	3740042984	3740043511	3740044886	3740046388	3740047618
	3740041945	3740043061	3740043595	3740044894	3740046439	3740047768
	3740041946	3740043063	3740043704	3740044929	3740046497	
	3740041994	3740043064	3740043757	3740045094		
	3740042115	3740043065	3740043762	3740045206		
	3740042350	3740043069	3740044081	3740045217		
	3740042406		3740044106	3740045288		

ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2018	2019	2020
<b>PAINEL NAV (VOR)</b>	3740041582	3740043210	3740045546
	3740041674	3740043457	3740045841
	3740041727	3740044377	3740045842
	3740041846	3740045207	3740045911
	3740041993		3740045937
	3740042409		3740046096
	3740042436		3740046565
	3740042561		3740046939
			3740047525
			3740047527
		3740047686	
ITEM	Códigos dos Recolhimentos no SILOMS		
	2022		
<b>GTN-650Xi</b>	3740050548		
	3740050729		
	3740050781		
	3740050791		
	3740051164		
	3740052289		
	3740052346		