

**INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO**  
§ 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP COM BRUNO DO ESPIRITO SANTO CUNHA DE OLIVEIRA**

**OS IMPACTOS DA MODERNIZAÇÃO DA FROTA DE AERONAVES DA  
AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NA DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS  
AVIÔNICOS**

**Rio de Janeiro  
2021**

**INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO**  
§ 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP COM BRUNO DO ESPIRITO SANTO CUNHA DE OLIVEIRA**

**OS IMPACTOS DA MODERNIZAÇÃO DA FROTA DE AERONAVES DA  
AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NA DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS  
AVIÔNICOS**

Trabalho acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito para a especialização em Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional.

**Rio de Janeiro  
2021**



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECEX - DESMIL  
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS  
(EsAO/1919)**

**DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Autor: Cap Com BRUNO DO ESPIRITO SANTO CUNHA DE OLIVEIRA**

**Título: OS IMPACTOS DA MODERNIZAÇÃO DA FROTA DE AERONAVES DA  
AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NA DISPONIBILIDADE DE EQUIPAMENTOS  
AVIÔNICOS**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, pós-graduação universitária lato sensu.

**APROVADO EM** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ **CONCEITO:** \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>
<b>CARLOS ANDRÉ DOS SANTOS MEIRELLES DE ANDRADE - Maj</b> Cmt Curso e Presidente da Comissão	
<b>GLAUCO GONÇALVES DA SILVA - Cap</b> 2º Membro	
<b>RODOLFO DE AZEVEDO MAYMONE - Cap</b> 1º Membro e Orientador	

**BRUNO DO ESPIRITO SANTO CUNHA DE OLIVEIRA – Cap**  
Aluno

## RESUMO

Este estudo visa verificar os impactos da modernização da frota de aeronaves da Aviação do Exército na disponibilidade de equipamentos aviônicos e tem por finalidade verificar se o Pelotão de Manutenção de Aviônicos, orgânico da Companhia de Manutenção de Aviação do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército, terá condições de realizar a manutenção de equipamentos aviônicos digitais, essenciais para a navegação e comunicação da tripulação da aeronave, assim como o monitoramento de diversos parâmetros relacionados ao voo. A manutenção dos equipamentos aviônicos é importante para manter o índice de disponibilidade desses equipamentos em níveis suficientes para atender aos índices de Disponibilidade da Frota, necessários para os planejamentos realizados pelo Comando de Operações Terrestres com fins de suprir as necessidades de preparo e emprego.

Palavras chaves: aviônicos, aviação, analógico, digital, aeronave.

## ABSTRACT

This study aims to verify the impacts of the modernization of the Army Aviation aircraft fleet on the availability of avionics equipment and aims to verify whether the Avionics Maintenance Platoon, organic of the Aviation Maintenance Company of the Aviation Maintenance and Supply Battalion of the Army, will be able to perform the maintenance of digital avionics equipment, essential for the navigation and communication of the aircraft crew, as well as the monitoring of various parameters related to the flight. The maintenance of avionics equipment is important to maintain the availability index of these equipment at levels sufficient to meet the Fleet Availability indices, necessary for the planning carried out by the Command of Land Operations in order to meet the needs of preparation and employment.

Key words: avionics, aviation, analogic, digital, aircraft.

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 PROBLEMA.....	12
1.1.1 <b>Antecedentes do Problema</b> .....	13
1.1.2 <b>Formulação do Problema</b> .....	13
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 <b>Objetivo Geral</b> .....	14
1.2.2 <b>Objetivos Específicos</b> .....	14
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO.....	15
1.4 METODOLOGIA.....	15
1.4.1 <b>Objeto formal de estudo</b> .....	15
1.4.2 <b>Amostra</b> .....	17
1.4.3 <b>Delineamento da pesquisa</b> .....	17
1.4.4 <b>Procedimentos para revisão da literatura</b> .....	17
1.4.5 <b>Procedimentos Metodológicos</b> .....	18
1.4.6 <b>Instrumentos</b> .....	18
1.4.7 <b>Análise de dados</b> .....	18
1.5 JUSTIFICATIVA.....	19
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
2.1 CONCEITOS GERAIS.....	20
2.2 CAPACITAÇÃO DO SARGENTO DE MANUTENÇÃO DE AVIÔNICOS.....	21
2.3 BANCADAS DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS QUE ATENDEM SUA NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO.....	22
2.4 CARTÕES DE TRABALHO E MANUAIS ESPECÍFICOS PARA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS.....	23
2.5 AQUISIÇÃO DE SUPRIMENTO PARA MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS.....	24
2.6 MÉDIA DE INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO NOS EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS NOS RECENTES ANOS DE MODERNIZAÇÃO DA FROTA DE AERONAVES REALIZADOS PELA OFN RADNAVCOM.....	25
2.7 ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE OPERACIONAL DA FROTA DE AERONAVES DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO DOS ÚLTIMOS 3 ANOS.....	25
<b>3. ANÁLISE E RESULTADOS</b> .....	26
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	41

<b>ANEXO A – Representação gráfica da Disponibilidade Operacional da Frota AvEx dos anos de 2017 a 2020 .....</b>	<b>43</b>
---	-----------

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Anos de experiência após formação como Mecânico de Voo.....	23
Gráfico 2 – Especialização dos Mecânicos de Voo.....	24
Gráfico 3 – Capacitação em manutenção de aviônicos digitais após formação no CFS/BMA.....	24
Gráfico 4 – Capacitação em manutenção de 2º e 3º nível em equipamentos aviônicos digitais durante realização da especialização como MVN..	25
Gráfico 5 – Mecânicos com THM das aeronaves modernizadas.....	26
Gráfico 6 – Anos de experiência em Oficina de Manutenção.....	26
Gráfico 7 – Capacitação específica do fabricante dos equipamentos aviônicos digitais.....	27
Gráfico 8 – Disponibilidade de bancadas de manutenção de equipamentos aviônicos digitais da Ofn RadNavCom.....	28
Gráfico 9 – Disponibilidade de suprimento para realizar manutenção em equipamentos aviônicos digitais da Ofn RadNavCom.....	28
Gráfico 10 – Disponibilidade de cartões de trabalho para manutenção de equipamentos aviônicos digitais da Ofn RadNavCom.....	29
Gráfico 11 – Número de manutenções em equipamentos aviônicos digitais na Ofn RadNavCom.....	29
Gráfico 12 – Disponibilidade de bancadas de manutenção de equipamentos aviônicos digitais das oficinas do Pel Mnt Avn exceto a Ofn RadNavCom.....	30
Gráfico 13 – Disponibilidade de suprimento para manutenção de equipamentos aviônicos digitais das oficinas do Pel Mnt Avn exceto a Ofn RadNavCom.....	30

Gráfico 14 – Disponibilidade de cartões de trabalho para manutenção de equipamentos aviônicos digitais das oficinas do Pel Mnt Avn exceto a Ofn RadNavCom.....	31
Gráfico 15 – Disponibilidade da Frota AvEx – Operacional – Ano 2017.....	32
Gráfico 16 – Disponibilidade da Frota AvEx – Operacional – Ano 2018.....	33
Gráfico 17 – Disponibilidade da Frota AvEx – Operacional – Ano 2019.....	34
Gráfico 18 – Disponibilidade da Frota AvEx – Operacional – Ano 2020.....	35

## **1. INTRODUÇÃO**

A F Ter deve estar em permanente estado de prontidão para atendimento das demandas da defesa nacional, a fim de contribuir para a garantia da soberania nacional, dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, salvaguardando os interesses nacionais e cooperando para o desenvolvimento nacional e o bem-estar social (BRASIL. COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES, 2017, p. 1-1).

Com vistas a garantir o cumprimento de seus deveres constitucionais, as Forças Armadas (FFAA), estão em constante evolução e modernização. As constantes mudanças no cenário mundial, no que tange o combate moderno, tornam necessárias algumas medidas adotadas pelas FFAA, em particular, pelo Exército Brasileiro (EB), traduzidas pelo Plano Estratégico do Exército 2020-2023.

O Plano Estratégico do Exército (PEEx) "direciona o esforço dos investimentos da Força para o quadriênio 2020-2023, dando prosseguimento ao processo de TRANSFORMAÇÃO do Exército rumo à Era do Conhecimento" (BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2019, p. 7). O PEEx, alinhado à Estratégia Nacional de Defesa, determina os caminhos a serem seguidos por Fases, definida por Objetivos Estratégicos do Exército, e um desses caminhos passava pela necessidade de modernização da frota de aeronaves da Aviação do Exército, com vistas a atender as novas necessidades oriundas do constante processo de transformação que vive o Exército Brasileiro.

A modernização das aeronaves da Aviação do Exército (AvEx) é uma das atividades da Ação Estratégica 1.1.2 do PEEx, Estruturar a Aviação do Exército, com vistas à Ampliação da mobilidade e elasticidade da Força, uma das Estratégias componentes do Objetivo Estratégico do Exército 1, que tem como finalidade "contribuir com a dissuasão extraterritorial" (BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2019, p. 8).

Portanto, a modernização da frota de aeronaves da AvEx constitui um importante passo para a atuação do Exército na terceira dimensão do campo de batalha, conferindo Capacidades Militares Terrestres como Superioridade no Enfrentamento e Pronta Resposta Estratégica. (BRASIL, 2019)

Cumprindo com o “Plano Estratégico AvEx”, a modernização da frota de aeronaves da Aviação do Exército, iniciada antes mesmo da concepção do referido Plano, portanto, se faz necessária e se traduz não só pelas mudanças realizadas nas aeronaves com vistas a atender as necessidades da Força, como também na atualização de documentos e manuais, aquisição de novos equipamentos de manutenção, aquisição de suprimentos de manutenção e capacitação do capital humano para as atividades de manutenção, coordenação da manutenção e habilitações técnicas para voo.

Dentre outras funções, a gestão da manutenção dos meios de aviação cabe à Diretoria de Material de Aviação do Exército (DMAvEx), responsável por assessorar o Comando Logístico nos assuntos relacionados ao Material de Emprego Militar (MEM) de Aviação, Classe IX, e cabe ao Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército (B Mnt Sup Av Ex) "proporcionar apoio logístico nas funções de manutenção, suprimento, salvamento e transporte na área específica da logística de aviação, às unidades da Bda Av Ex" (BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2009, p. 2-1).

O apoio logístico de manutenção realizado pelo B Mnt Sup Av Ex compreende o apoio direto em manutenção às Organizações Militares de Aviação do Exército (OMAVEx) e ainda as inspeções básicas das aeronaves integrantes da frota AvEx, inspeções estas com maior caráter de complexidade e profundidade, calendárias e/ou por horas de voo.

A modernização da frota de aeronaves Esquilo (HA-1) e Pantera (HM-1) AvEx implica, além de alterações na estrutura da aeronave, ou célula, a atualização do painel de instrumentos, com a substituição dos instrumentos de voo analógicos por instrumentos digitais, também conhecido por *glass cockpit*. Esta atualização dos aviônicos da aeronave traz consigo várias outras mudanças necessárias, como atualização de manuais, aquisição de novas bancadas de manutenção, ferramental, suprimento e ainda a capacitação de militares para a correta operação e manutenção dos equipamentos.

O Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército dispõe do Pelotão de Manutenção de Aviônicos (Pel Mnt Avn), orgânico da Companhia de Manutenção. O Pel Mnt Avn é responsável por realizar a manutenção dos

equipamentos aviônicos oriundos das aeronaves da frota AvEx e para isso conta com militares de diversas capacidades, bancadas de manutenção específicas e acesso a manuais e cartões de trabalho que descrevem em detalhes as especificidades das rotinas de manutenção dos equipamentos.

## 1.1 PROBLEMA

Com a modernização da frota, os equipamentos aviônicos analógicos deram lugar aos equipamentos aviônicos digitais, sendo mais perceptível a mudança nos instrumentos de navegação, presentes no painel da aeronave.

Durante a modernização das aeronaves a Disponibilidade Operacional da Frota tem sido mantida em índices que atendem as necessidades do Comando de Operações Terrestres (COTER) para seus planejamentos operacionais. Este índice é calculado considerando como universo todas as aeronaves da AvEx em plenas condições de executar todas as missões do seu envelope operacional. (BRASIL. COMANDO DE AVIAÇÃO DO EXÉRCITO, 2009, p. 3). No entanto, é importante salientar que os equipamentos aviônicos analógicos removidos das aeronaves modernizadas retornaram para a cadeia de suprimento, servindo de *pool*, ou seja, fonte de peças para as aeronaves ainda não modernizadas, além do fato de que as aeronaves recém modernizadas contavam com a garantia fornecida pela empresa prestadora do serviço de modernização das aeronaves, o que afetou consideravelmente de forma positiva a manutenção dos índices de Disponibilidade Operacional da Frota.

Em breve o Pel Mnt Avn assumirá a manutenção dos instrumentos de navegação das aeronaves modernizadas, assim como outros equipamentos aviônicos digitais, em função do término da garantia fornecida sobre o serviço de modernização das aeronaves da frota AvEx.

Diante da modernização da frota de aeronaves da Aviação do Exército que, dentre diversas alterações nas aeronaves, traz consigo a atualização dos equipamentos aviônicos de analógicos para digitais, e com isso, a necessidade de readequação do suporte logístico de manutenção dos equipamentos que apresentarem problemas, e considerando os impactos que a falta de equipamentos

manutenidos podem causar nos índices de disponibilidade da frota, dessa forma, é possível levantar o seguinte questionamento: o Pelotão de Manutenção de Aviônicos terá condições de manter a disponibilidade de equipamentos aviônicos digitais em níveis suficientes para atender aos índices de Disponibilidade da Frota?

### 1.1.1 Antecedentes do Problema

Antes de passarem pela modernização, as aeronaves HA-1 (Esquilo) e HM-1 (Pantera) da Aviação do Exército operavam com equipamentos aviônicos analógicos. Dessa forma, toda a estrutura logística de manutenção encontrava-se ajustada a atender às demandas de equipamentos com características diferentes dos aviônicos digitais, apesar dos equipamentos servirem ao mesmo propósito.

No que tange à manutenção dos equipamentos aviônicos analógicos, a substituição de componentes internos aos equipamentos, nas intervenções realizadas pelo Pel Mnt Avn, com vistas a disponibilizar o equipamento para instalação e operação na aeronave, prática comum a este tipo de equipamento, já não se configura o mesmo nas intervenções realizadas nos equipamentos aviônicos digitais, que possuem, em geral, concepção modular, o que vem a refletir diretamente não só nas rotinas e procedimentos específicos de manutenção como também no suprimento necessário para atender aos cartões de trabalho nas intervenções.

### 1.1.2 Formulação do Problema

Diante dessa conjuntura, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: **o Pelotão de Manutenção de Aviônicos terá condições de manter a disponibilidade de equipamentos aviônicos digitais em níveis suficientes para atender aos índices de Disponibilidade da Frota face aos impactos das novas demandas logísticas impostas pela modernização da frota de aeronaves da Aviação do Exército?**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem por finalidade verificar se o Pelotão de Manutenção de Aviônicos terá condições de realizar a manutenção de instrumentos aviônicos digitais, mantendo o índice de disponibilidade desses equipamentos em níveis suficientes para atender aos índices de Disponibilidade da Frota e os impactos exercidos pela modernização da frota de aeronaves na logística de manutenção desses equipamentos na oficina.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de delimitar e alcançar o desfecho esperado para o objetivo geral, foram levantados objetivos específicos que conduziram à consecução do objetivo deste estudo, os quais são transcritos abaixo:

- a) Levantar os atuais índices de Disponibilidade da Frota;
- b) Levantar a média de intervenções de manutenção nos equipamentos aviônicos digitais nos recentes anos de modernização da frota de aeronaves realizados pela Ofn RadNavCom;
- c) Levantar quantos Sargentos de Manutenção de Aviônicos (Sgt Mnt Avn) do Pel Mnt Avn estão capacitados para realizar manutenção profunda em equipamentos aviônicos digitais;
- d) Levantar quantas bancadas de manutenção na carga da Ofn RadNavCom atendem às necessidades de manutenção dos aviônicos digitais;
- e) Verificar se a aquisição de suprimentos para manutenção dos aviônicos digitais é realizada;
- f) Levantar se a Ofn possui manuais e cartões de trabalho que especificam em detalhes a intervenção a ser realizada nos equipamentos aviônicos digitais.

### 1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

- a) Quais os índices de Disponibilidade da Frota dos últimos 3 anos?
- b) Qual a média de intervenções de manutenção nos equipamentos aviônicos digitais nos recentes anos de modernização da frota de aeronaves realizados pela Ofn RadNavCom?
- c) Quantos Sargentos de Manutenção de Aviônicos (Sgt Mnt Avn) do Pel Mnt Avn estão capacitados para realizar manutenção profunda em equipamentos aviônicos digitais?
- d) Quantas bancadas de manutenção na carga da Ofn RadNavCom atendem às necessidades de manutenção dos aviônicos digitais?
- e) A aquisição de suprimentos para manutenção dos aviônicos digitais é realizada?
- f) A Ofn RadNavCom possui manuais e cartões de trabalho que especificam em detalhes a intervenção a ser realizada nos equipamentos aviônicos digitais?

### 1.4 METODOLOGIA

#### 1.4.1 Objeto formal de estudo

Para que as atividades de manutenção nos equipamentos aviônicos se mantenham, a capacitação dos mecânicos é primordial para o processo, assim como para a aquisição de bancadas de manutenção. A aquisição do suprimento de manutenção, por sua vez, está diretamente relacionada com a capacitação dos militares e a existência das bancadas de manutenção, enquanto que a existência dos cartões de trabalho e manuais, norteadores das atividades de manutenção, são de responsabilidade dos fabricantes e estão disponíveis quando necessário. Toda a dinâmica entre esses fatores irá influenciar na Disponibilidade Operacional da Frota de aeronaves da AvEx. Com o objetivo de nortear e conduzir este trabalho, foram levantadas as seguintes variáveis dependentes e independentes:

Variável I: Disponibilidade Operacional da Frota (variável dependente)

Neste estudo será verificado se a Disponibilidade Operacional da Frota tem sido afetada pela indisponibilidade de equipamentos aviônicos digitais.

Variável II: Intervenções de Manutenção nos equipamentos aviônicos digitais (variável dependente)

Neste estudo será verificado se a média das intervenções de manutenção nos equipamentos aviônicos digitais manteve-se constante.

Variável III: Capacitação (variável independente)

Neste estudo será verificado se os militares da Ofn RadNavCom possuem capacitação necessária para a execução da manutenção de 2º nível nos equipamentos aviônicos digitais.

Variável IV: Bancadas de manutenção (variável dependente)

Nesta pesquisa será verificado se a Ofn RadNav Com dispõe de bancadas de manutenção próprias para realizar a manutenção de 2º nível nos equipamentos aviônicos digitais.

Variável V: Manuais e cartões de trabalho (variável independente)

Durante este levantamento será verificado se a Ofn RadNavCom encontra limitações na sua capacidade produtiva devido à ausência de documentação necessária para realizar a manutenção de 2º nível dos equipamentos aviônicos digitais.

Variável VI: Suprimento de manutenção (variável dependente)

Neste estudo será verificado se a Ofn RadNavCom encontra problemas com o fornecimento de suprimento para a realização da manutenção de 2º nível dos equipamentos aviônicos digitais.

#### **1.4.2 Amostra**

Para a realização dos levantamentos será considerado o universo de Sargentos de Manutenção de Aviônicos (Sgt Mnt Avn), que são os militares capacitados a realizar a manutenção nos equipamentos aviônicos, com maior ênfase aos militares orgânicos do Pelotão de Manutenção de Aviônicos do Batalhão de Manutenção de Aviação do Exército, capacitados a realizar a manutenção de 2º nível nos equipamentos aviônicos, mais especificamente os militares da Oficina de Rádio Navegação e Comunicações e Oficina de Instrumentos.

#### **1.4.2 Delineamento da pesquisa**

Quanto à natureza, o presente trabalho caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada.

Quanto à abordagem, esta pesquisa possuirá uma abordagem quantitativa.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa possui caráter exploratório.

#### **1.4.4 Procedimentos para revisão da literatura**

A fim de encontrar informações que pudessem mostrar de forma análoga o momento de transição em relação à manutenção dos equipamentos aviônicos analógicos para os digitais, foram realizadas buscas na plataforma online Google Acadêmico, onde apenas poucos resultados, utilizados nesse estudo, foram encontrados, todos eles no idioma inglês. Também foram realizadas buscas na Biblioteca Digital do Exército e não foram encontrados trabalhos científicos que pudessem influenciar o estudo do presente trabalho. Na mesma plataforma foram encontrados diversos manuais que contribuíram para o trabalho. As buscas realizadas sempre incluíam o termo “aviônicos” ou então “avionics”, sendo estes o assunto central do presente trabalho. Também foi utilizado o termo “aviação” a fim de verificar manuais que envolvessem a parte doutrinária em torno da Aviação do

Exército.

#### **1.4.5 Procedimentos Metodológicos**

O presente estudo transcorreu com as seguintes fases: levantamento e seleção da bibliografia, coleta de dados, análise dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, argumentação e discussão dos resultados.

Até a coleta de dados, seguir-se-á a sequência das ações: levantamento de dados na plataforma Google Acadêmico, levantamento de dados na plataforma Biblioteca Digital do Exército e seleção dos conteúdos relevantes ao estudo.

Foram incluídos para análise do presente estudo os trabalhos que abordavam a transição de equipamentos aviônicos analógicos para equipamentos aviônicos digitais, e, ainda, os manuais que tivessem conteúdo doutrinário relacionado ao presente trabalho. Foram excluídos os trabalhos que fizeram referência a aviônicos que não fossem em relação à transição de analógicos para digitais, assim como manuais que continham doutrina não relevante ao presente estudo.

#### **1.4.6 Instrumentos**

Foi utilizado como instrumento de medida e obtenção de dados o questionário de perguntas fechadas dicotômicas, tricotômicas e múltipla escolha, com a finalidade de ter respostas mais diretas e melhor mensuráveis, tendo em vista a grande diversidade em capacitação, equipamentos e experiências presentes no universo que responderá ao questionário.

#### **1.4.7 Análise dos Dados**

Os dados da presente pesquisa foram tabulados de acordo com o nível de capacitação e experiência dos entrevistados, sendo posteriormente tabulados e apresentados em forma de gráficos para uma melhor visualização das diferenças entre as variáveis do estudo.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

A modernização da frota de aeronaves, Esquilo (HA-1) e Pantera (HM-1) da Aviação do Exército trouxe uma série de mudanças em diversos aspectos relacionados a forma como interagimos com a máquina, passando por aspectos operacionais e inclusive de manutenção. No tocante às mudanças, é possível observar que os equipamentos aviônicos são, de fato, aquelas mais aparentes e que trouxeram consigo um grande conjunto de mudanças da forma de interação com a manutenção dos equipamentos aviônicos.

Equipamentos aviônicos analógicos que antes sofriam intervenção de manutenção mais profunda na Ofn RadNavCom do Pel Mnt Av foram substituídos por outros digitais, com uma concepção modular, diferente da apresentada pelos analógicos. Esta concepção modular influencia a forma como a manutenção é executada, exigindo novos conhecimentos e capacidades dos Sgt Mnt Avn, assim como bancadas de manutenção específicas, aquisição de suprimentos específicos, entre outras necessidades.

As aeronaves, recentemente modernizadas, ainda possuíam equipamentos aviônicos sob garantia da modernização, e os equipamentos dessa natureza que apresentavam algum tipo de problema seguiam para manutenção ou eram substituídos.

Dessa forma, torna-se importante verificar de que forma a estrutura logística deverá se adaptar de forma a atender às novas necessidades de manutenção apresentadas pelos equipamentos aviônicos digitais, executada pelo Pel Mnt Avn do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército, de forma a atender os índices de Disponibilidade da Frota.

Sendo assim, **este estudo se justifica** de forma a permitir que o Comando de Aviação do Exército (CAVEx) possa, através do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército (B Mnt Sup Av Ex) atender aos índices de Disponibilidade da Frota impostos pelo Comando de Operações Terrestres (COTER), contribuindo para o preparo e emprego da Força Terrestre.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

De forma a traçar uma linha de pensamento que facilite o entendimento dos tópicos abordados, as questões de estudo propostas serão abordadas em uma sequência lógica do ponto de vista das necessidades de manutenção com vistas ao resultado final esperado, sendo este a manutenção do índice de Disponibilidade da Frota dentro do estabelecido pelo COTER.

Assim, será tratado primeiramente sobre a questão que envolve a capacitação dos militares, em seguida a questão sobre as bancadas de manutenção, na sequência sobre os cartões de trabalho, depois a questão sobre o suprimento de manutenção, após isso a média de manutenção dos equipamentos aviônicos digitais e por fim os índices de Disponibilidade da Frota. Em todas as oportunidades serão considerados e discutidos os impactos da modernização da frota de aeronaves da Aviação do Exército, quando os mesmos se fizerem presentes.

### **2.1 CONCEITOS GERAIS**

Equipamentos aviônicos e aviação costumam estar acompanhados de termos técnicos que acabam por dificultar o entendimento de alguns conceitos e, por esse motivo, durante esta pesquisa, sempre que possível, os mesmos serão evitados de forma a facilitar o entendimento do assunto.

Os equipamentos aviônicos de uma aeronave são “equipamentos eletrônicos e/ou de processamento de dados, inclusive os emissores e/ou receptores de ondas eletromagnéticas e seus componentes, utilizados para controle, comunicação e/ou navegação em aeronaves” (ANAC, 2014?).

Com o passar do tempo, equipamentos que envolvem uso de tecnologia acabam por ficar ultrapassados, e por vezes precisam ser substituídos ou passar por uma atualização que os capacitem a operar dentro de determinadas especificações a fim de atender demandas impostas.

Assim como as aeronaves, que se modernizam com o passar do tempo, os equipamentos embarcados também acabam passando por transformações, como é o caso dos equipamentos aviônicos.

Além de inovações e aumento na segurança a cada modernização, estes equipamentos trazem consigo outras demandas como a necessidade de capacitação operacional e ainda de manutenção.

Com vistas a atender novas demandas do Exército Brasileiro, as aeronaves HA-1 e HM-1 da frota da Aviação do Exército passaram por recentes modernizações, as quais incluem a substituição dos equipamentos aviônicos analógicos por equipamentos digitais.

Essa modernização, realizada de forma gradual, não implicou em imediata alteração nas demandas logísticas, permitindo que a Aviação do Exército fosse se entendendo e se adaptando às novas demandas.

À medida que as aeronaves modernizadas vão perdendo a cobertura da garantia desses equipamentos após a modernização, se faz necessário que a cadeia logística de manutenção esteja apta a prover a manutenção dos equipamentos dessa natureza, de forma a permitir que as aeronaves passem a menor quantidade de tempo possível indisponível.

Realizar esta manutenção no Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército permite reduzir os custos de manutenção e ainda o tempo que um equipamento aviônico digital ficaria indisponível, tendo em vista que outras possibilidades de disponibilizar o equipamento seria enviá-lo para reparo no exterior e aguardar seu retorno ou então realizar a aquisição de um novo equipamento.

## 2.2 CAPACITAÇÃO DO SARGENTO DE MANUTENÇÃO DE AVIÔNICOS

O Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx) é o estabelecimento de ensino da Aviação do Exército e possui a missão de “formar e especializar recursos humanos para a Aviação do Exército e contribuir para a evolução da doutrina da Aviação do Exército” (CENTRO DE INSTRUÇÃO DE AVIAÇÃO DO EXÉRCITO, 2017?). No CIAvEx ocorrem diversos cursos, sendo um deles o de Formação de Sargentos de Aviação (CFS), que irá formar o 3º Sargento habilitado a atuar como Mecânico de Voo.

O aluno formado no CFS pode atuar como Mecânico de Voo pois “a ANAC pode reconhecer os cursos ministrados por instituições militares e a experiência

prática em unidades aéreas militares como equivalentes ao cumprimento dos parágrafos 65.71(a)(4) a (7), bem como dos requisitos citados em tais parágrafos.” (ANAC, 2018, p. 18).

A fim de atuar como Mecânico de Aviônicos (MVN), o Mecânico de Voo deverá realizar o Curso de Mecânico de Aviônicos, realizado no CIAvEx, após cumprir requisitos mínimos, conforme parágrafo 65.77 do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 65.

Com o objetivo de realizar a manutenção de segundo nível nos equipamentos aviônicos, o Mecânico de Aviônicos (MVN) deverá possuir o Estágio Teórico de Habilitação respectivo às aeronaves das quais se pretende realizar a manutenção dos equipamentos e, além disso, os cursos específicos de manutenção dos equipamentos aviônicos que o exigirem em seus manuais e/ou cartões de trabalho.

Diante do nível de capacitação e especialização exigido, o universo de militares em condições de realizar a manutenção de segundo nível nos equipamentos aviônicos digitais não é muito grande, tendo em vista que em média 6 (seis) militares são formados por ano, número este que sofreu um acréscimo de 300 (trezentos) por cento nos últimos dois anos, passando para 24 (vinte e quatro) militares formados por ano. Este aumento radical na quantidade de militares formados reflete uma preocupação com a necessidade de possuir militares capacitados a realizar as manutenções nos equipamentos aviônicos digitais.

### **2.3 BANCADAS DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS QUE ATENDEM SUA NECESSIDADES DE MANUTENÇÃO**

As bancadas de manutenção dos equipamentos aviônicos digitais são elementos essenciais à execução dos serviços de intervenção profunda. Isto ocorre devido ao fato de que cada equipamento possui especificidades para que possam ser verificados e testados pelos Mecânicos de Aviônicos (MVN). Características como cabeamento para alimentação e controle do equipamento, engenharia eletrônica de concepção modular e controle funcional digital centralizado são fatores determinantes para que cada fabricante produza bancadas de manutenção específicas para cada tipo de equipamento.

Conforme determinações da Agência Nacional de Aviação Civil, ANAC, (2021

p.11):

A pessoa deve usar as ferramentas, equipamentos e aparelhos de teste necessários para assegurar a execução do trabalho de acordo com práticas industriais de aceitação geral. Se o fabricante envolvido recomendar equipamentos e aparelhos de teste especiais, a pessoa deve usar tais equipamentos e aparelhos ou equivalentes aceitos pela ANAC

Cabe ressaltar que é imperativo a utilização da bancada adequada ao tipo de manutenção a ser realizada no equipamento, sendo esta referenciada nos cartões de trabalho específicos para o serviço a ser executado, homologada pelo fabricante. A não observância disto poderá acarretar não só perda de garantia em alguns casos, como também danos permanentes aos equipamentos, falhas eventuais durante o voo, trazendo riscos à atividade aérea.

#### 2.4 CARTÕES DE TRABALHO E MANUAIS ESPECÍFICOS PARA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS

Os cartões de trabalho são fundamentais para a execução da manutenção dos equipamentos de aviação em geral. Estes determinam todos os detalhes do processo de manutenção de cada serviço em particular, como as ferramentas a serem utilizadas, bancadas, suprimento necessário, tempo de manutenção, sequência de execução, outros serviços relacionados à tarefa, dentre outras informações.

Além de fundamentais, conforme determinações da ANAC (2021, p.11):

Cada pessoa que estiver executando manutenção, manutenção preventiva e alteração em um artigo deve usar métodos, técnicas e práticas estabelecidas na última revisão do manual de manutenção do fabricante, ou nas instruções para aeronavegabilidade continuada preparadas pelo fabricante ou outros métodos, técnicas e práticas aceitáveis pela ANAC

A não observância da obrigatoriedade da utilização dos cartões de trabalho e manuais para a realização da manutenção constitui-se um risco para a segurança de voo, sendo passível de medidas administrativas de apuração e até mesmo investigação, se for o caso.

## 2.5 AQUISIÇÃO DE SUPRIMENTO PARA MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS

A Aviação do Exército conta com o Sistema da Aviação do Exército (SISAVEX), um sistema informatizado capaz de auxiliar o gerenciamento dos processos de manutenção dos equipamentos das aeronaves da frota AvEx.

O SISAVEX é composto por diversos módulos, cada um responsável por gerenciar processos específicos relacionados ao material de aviação. Dentre os referidos módulos, podemos destacar o SISMANUT, no qual realiza-se o controle das inspeções e manutenções diversas nas aeronaves da frota AvEx, assim como o gerenciamento das Ordens de Serviço (OS) relacionadas às respectivas manutenções. Outro módulo a se destacar é o SISSUPRI, onde é realizado o controle dos níveis de suprimento do material de aviação, sejam eles de consumo ou permanente.

O suprimento de manutenção de aviação, gerenciado através do SISSUPRI, tem estrita relação com as inspeções e manutenções realizadas pelas equipes de manutenção dos Pelotões de Manutenção da Companhia Leve de Manutenção de Aviação (Cia Lv Mnt Av), das Oficinas orgânicas do Pel Mnt Avn da Companhia de Manutenção de Aviação, assim como das manutenções de 1º escalão realizadas nas diversas Organizações Militares de Aviação do Exército (OMAvEx). O gerenciamento através do SISSUPRI permite o planejamento e controle dos níveis de estoque dos suprimentos de aviação, onde pode ser expresso em dias de suprimento, quantidade de itens de suprimento e unidades de medida de suprimento, dependendo do tipo de material a ser estocado, forma de controle disponível e o ciclo de suprimento correspondente segundo o Manual de Campanha Logística de Aviação do Exército, da mesma forma que permite a realização do levantamento das necessidades de suprimento baseado na estatística de consumo (demanda), nível de estoque estabelecido tipo e quantidade de equipamento de dotação da Unidade Aérea, conforme preconiza o mesmo manual.

Dessa forma, para que exista a aquisição do suprimento de aviação para manutenção dos equipamentos aviônicos digitais, deverá existir uma demanda inicial suficientemente compatível com a necessidade de aquisição dos materiais necessários e seus respectivos controles de níveis de estoque.

## 2.6 MÉDIA DE INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO NOS EQUIPAMENTOS AVIÔNICOS DIGITAIS NOS RECENTES ANOS DE MODERNIZAÇÃO DA FROTA DE AERONAVES REALIZADOS PELA OFN RADNAVCOM

A média de intervenções de manutenção realizada pela Oficina RadNavCom do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército nos equipamentos aviônicos digitais nos recentes anos de modernização da frota de aeronaves da AvEx é um indicativo do preparo da respectiva oficina em atender a demanda de manutenção frente à necessidade de disponibilizar equipamentos para instalação nas aeronaves que porventura estejam indisponíveis para o voo.

Ressalta-se que esta média é diretamente influenciada por outros fatores como a disponibilidade de suprimento para manutenção, existência de ferramental e bancada de manutenção, disponibilidade de cartões de trabalho e manuais para consulta e capacitação dos mecânicos para realizar as intervenções específicas.

É importante destacar que os equipamentos aviônicos digitais ainda em garantia pelo fabricante, em caso de pane, devem ser encaminhados para manutenção no referido órgão, não devendo passar por intervenção nas Oficinas orgânicas do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército, sob penalidade de perder a garantia no equipamento caso exista alguma intervenção nos mesmos.

## 2.7 ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE OPERACIONAL DA FROTA DE AERONAVES DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO DOS ÚLTIMOS 3 ANOS

Os Índices de Disponibilidades, conforme a Instrução de Aviação do Exército 3005, podem ser definidos como:

São os valores percentuais calculados considerando-se as diversas situações em que as aeronaves podem se encontrar. Na AvEx são utilizados, principalmente, três tipos de índices de disponibilidade, por frota, denominados: disponibilidade operacional, disponibilidade AvEx e disponibilidade orgânica. (InAvEx, 2009)

Dentre os tipos de de índices de disponibilidade, “A fórmula de cálculo de disponibilidade operacional considera o total de aeronaves da AvEx em plenas condições de executar todas as missões do seu envelope operacional.”. (BRASIL,

2009, p. 2).

O cálculo de disponibilidade operacional considera como universo todas as aeronaves da AvEx em plenas condições de executar todas as missões do seu envelope operacional, sendo o índice utilizado pelo COTER para realizar seus planejamentos operacionais. (BRASIL, 2009).

A responsabilidade pela execução do segundo nível de manutenção das aeronaves da frota AvEx é o Comando de Aviação do Exército (CAvEx) através do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército (B Mnt Sup Av Ex). (BRASIL, 2009).

A fim de encontrar o índice de disponibilidade operacional, utiliza-se a fórmula (BRASIL, 2009):

$$Dop = \frac{\sum(A, B)}{T} \cdot 100$$

Nessa fórmula é realizada a soma de todas aeronaves disponíveis (A) e aquelas com restrição IFR (B), dividir pelo total de aeronaves da frota AvEx (T) e multiplicar por 100 (cem).

Aeronave disponível é aquela “que se encontra em condições de realizar todos os tipos de voos previstos no envelope do fabricante, ainda que seja necessária a sua reconfiguração.” (BRASIL, 2009).

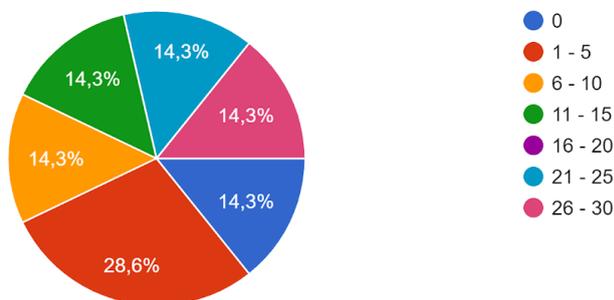
Aeronave com restrição IFR é aquela “que apresenta avaria que a impossibilita de realizar voo por instrumento.” (BRASIL, 2009).

### 3. ANÁLISE E RESULTADOS

A fim de verificar possíveis respostas para as questões de estudo levantadas no presente trabalho, uma pesquisa foi realizada no âmbito dos Mecânicos de Manutenção, cuja análise e resultado e serão apresentados a seguir:

O Sr possui quantos anos de experiência após sua formação como Mecânico de Voo?

14 respostas

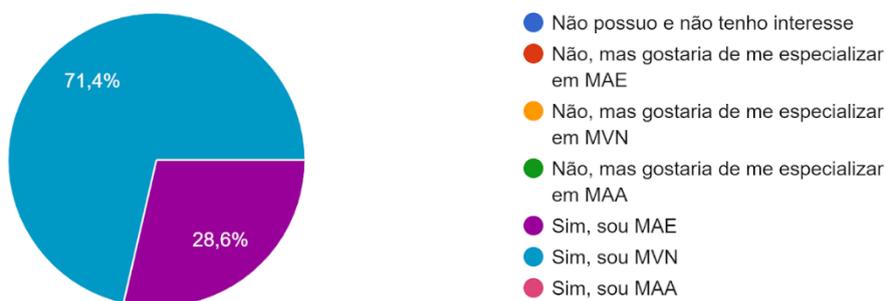


**GRÁFICO 1 – Anos de experiência após formação como Mecânico de Voo**

Fonte: O autor

Possui alguma especialização?

14 respostas



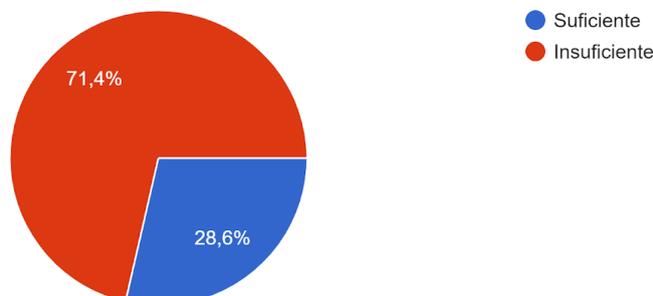
**GRÁFICO 2 – Especialização dos Mecânicos de Voo**

Fonte: O autor

Em respeito às especializações verificadas no gráfico acima, é possível observar que os Mecânicos de Armamento de Aeronaves (MAA) não tiveram participação expressiva no universo se comparado com os Mecânicos de Aeronaves (MAE) e os Mecânicos de Aviônicos (MVN).

Sobre sua capacitação durante sua formação no CFS/BMA, em relação à manutenção de equipamentos aviônicos digitais, você considera o conteúdo aprendido:

14 respostas



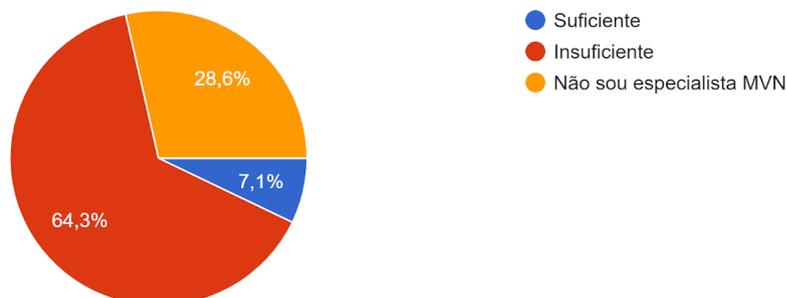
**GRÁFICO 3 – Capacitação em manutenção de aviônicos digitais após formação no CFS/BMA**

Fonte: O autor

Considerando os 3 (três) gráficos anteriores (gráficos 1, 2 e 3), é possível observar que o universo de militares possui uma experiência bastante heterogênea, considerando as faixas de tempo de experiência após a formação, sendo em sua maioria composta por mecânicos mais experientes. Isso se traduz em maior maturidade profissional e capacidade de melhor compreender os diversos sistemas e processos que envolvem a manutenção dos materiais de aviação, mais especificamente os equipamentos aviônicos. Ainda dentro deste universo, 71,4% dos militares possuem especialização em manutenção de equipamentos aviônicos (MVN), enquanto que 28,6% é especialista em célula (MAE). É importante destacar que 71,4% do universo entrevistado, incluindo os especialistas AVN e MAE, considera insuficiente o conteúdo aprendido durante a formação relacionado à equipamentos aviônicos digitais. Dessa forma, pressupõe-se que os militares sentem a necessidade de complementar o conhecimento relacionado a esta área, seja através do autoaperfeiçoamento, cursos particulares ou similares, oferecidos pela Força.

Sobre sua capacitação durante sua especialização como MVN, em relação à manutenção de 2º e 3º nível de equipamentos aviônicos digitais, você considera o conteúdo aprendido:

14 respostas



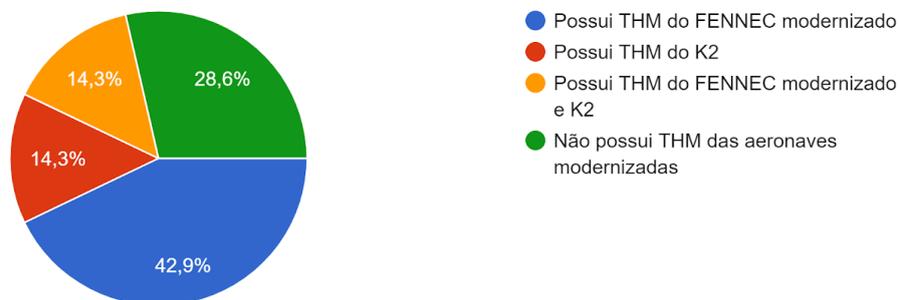
**GRÁFICO 4 – Capacitação em manutenção de 2º e 3º nível em equipamentos aviônicos digitais durante realização da especialização como MVN**

Fonte: O autor

Em relação ao gráfico acima, é possível verificar que a maioria dos militares especialistas MVN consideram insuficiente o conteúdo sobre equipamentos aviônicos digitais aprendido durante sua especialização, representando 64,3% do total do universo considerado. Um número preocupante, tendo em vista que o MVN é o responsável por realizar a manutenção profunda nos equipamentos aviônicos, e por esse motivo deveria aprender o conteúdo necessário para tal em sua especialização, a fim de deter conhecimento e confiança para realizar as manutenções de forma segura e eficiente. Novamente, o conhecimento deverá ser buscado de forma independente, através do autoaperfeiçoamento, cursos particulares ou até mesmo cursos oferecidos pela Força, no entanto, a especialização se configura o último nível de construção de conhecimento, junto à soma das experiências profissionais proporcionadas pela carreira.

Em relação a THM, o Sr:

14 respostas



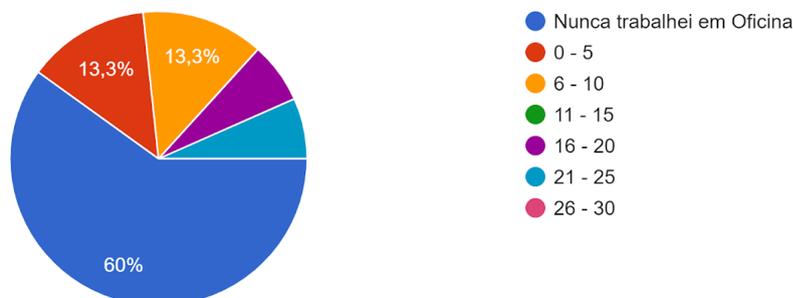
**GRÁFICO 5 – Mecânicos com THM das aeronaves modernizadas**

Fonte: O autor

O gráfico anterior trata do universo de militares que possuem estágio teórico de habilitação a manutenção (THM) das aeronaves modernizadas, FENNEC (HA-1) e K2 (HM-1). Realizar este estágio ou outro equivalente é imperativo para que o mecânico conheça os diversos sistemas componentes da aeronave, a fim de que possa realizar as manutenções necessárias de 1º, 2º e 3º níveis. Uma parcela expressiva do universo pesquisado, 28,6%, não possui THM das aeronaves modernizadas, configurando-se um empecilho para a realização da manutenção dos equipamentos aviônicos digitais.

Dos seus anos de experiência, há quantos o Sr exerce função em Oficina de Manutenção?

15 respostas



**GRÁFICO 6 – Anos de experiência em Oficina de Manutenção**

Fonte: O autor

O Sr possui capacitação (cursos específicos do fabricante) para realizar manutenção em equipamentos aviônicos digitais?

15 respostas

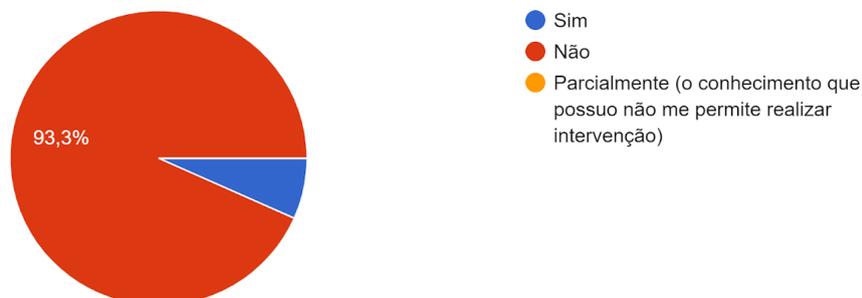


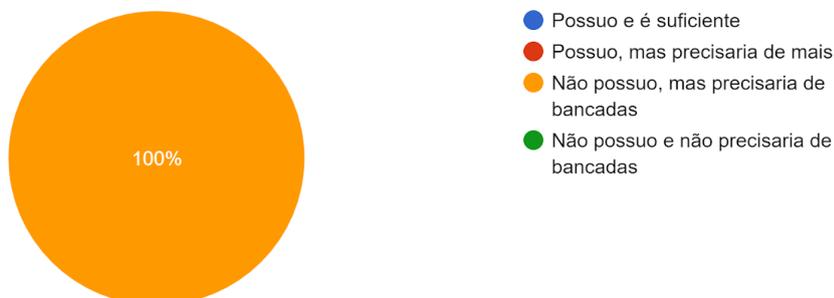
GRÁFICO 7 – Capacitação específica do fabricante dos equipamentos aviônicos digitais

Fonte: O autor

Observando os 2 (dois) gráficos anteriores (gráficos 6 e 7), é possível verificar que 60% do universo considerado não possui experiência em Oficina de Manutenção. Isto se reflete não só no tempo gasto para disponibilizar um equipamento aviônico digital como também na transmissão de conhecimento prático em intervenções de maior complexidade. A falta de experiência em Oficina de Manutenção pode se refletir também em um melhor aproveitamento técnico profissional durante cursos de especialização, onde o mecânico tem a possibilidade de utilizar sua experiência para melhor compreender assuntos complexos desenvolvidos durante o curso. Considerando ainda a capacitação dos MVN, verifica-se que 93,3% dos militares que participaram da pesquisa não possuem cursos específicos de manutenção dos fabricantes de equipamentos aviônicos digitais. Boa parte dos fabricantes que autoriza que sejam realizadas intervenções de manutenção em seus equipamentos exige que o mecânico possua curso específico, ministrado pelo próprio fabricante ou outra instituição homologada e certificada para tal. Essa indisponibilidade de mecânico capacitado pode refletir diretamente no tempo necessário para disponibilizar um equipamento aviônico digital, fazendo com que uma aeronave fique indisponível em função da falta deste equipamento específico.

O Sr, como Chefe de Oficina, em relação às bancadas de manutenção para realizar intervenções em equipamentos aviônicos digitais, pode afirmar:

1 resposta



**GRÁFICO 8 – Disponibilidade de bancadas de manutenção de equipamentos aviônicos digitais da Ofn RadNavCom**

Fonte: O autor

Em relação ao suprimento para realizar intervenções de manutenção nos equipamentos aviônicos digitais:

1 resposta

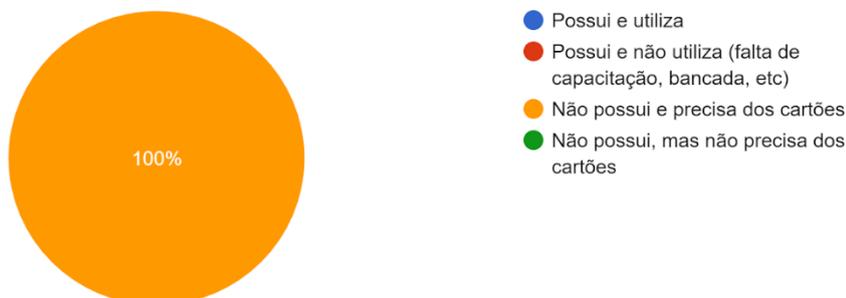


**GRÁFICO 9 – Disponibilidade de suprimento para realizar manutenção em equipamentos aviônicos digitais da Ofn RadNavCom**

Fonte: O autor

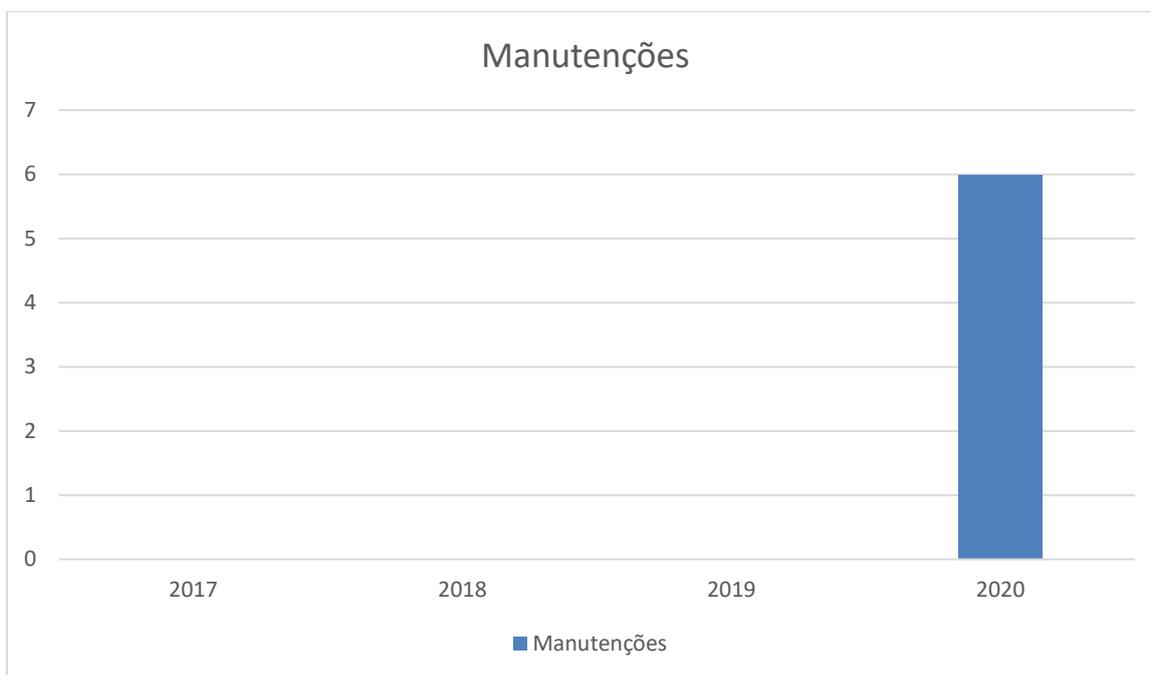
Sua Oficina, em relação aos cartões de trabalho para manutenção nos equipamentos aviônicos digitais:

1 resposta



**GRÁFICO 10 – Disponibilidade de cartões de trabalho para manutenção de equipamentos aviônicos digitais da Ofn RadNavCom**

Fonte: O autor



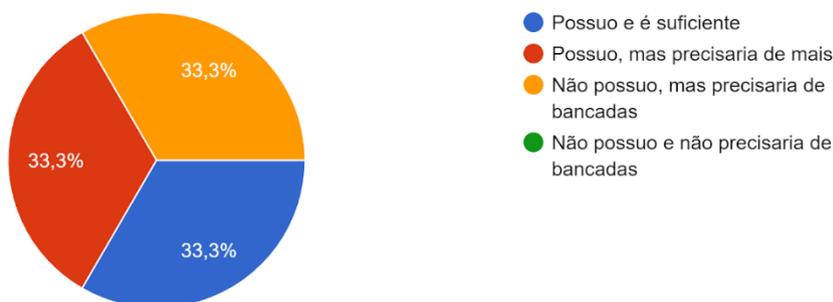
**GRÁFICO 11 – Número de manutenções em equipamentos aviônicos digitais na Ofn RadNavCom**

Fonte: O autor

Analisando os 4 (quatro) gráficos anteriores (gráficos 8, 9, 10 e 11) com informações respondidas pelo Chefe de Oficina RadNavCom, responsável por coordenar as atividades de manutenção de sua respectiva oficina, observa-se que a oficina não dispõe de bancadas de manutenção, suprimentos e cartões de trabalho para realizar intervenções de manutenção nos equipamentos aviônicos digitais, e que, em função disso, do ano de 2017 até o ano de 2020, somente 6 (seis) intervenções foram realizadas, todas no ano de 2020. A pequena quantidade de intervenções deve-se também ao fato de que algumas aeronaves modernizadas ainda se encontram em garantia, e quando um item dessas aeronaves apresenta algum tipo de problema, a garantia é acionada, o item em pane é substituído por outro e enviado para manutenção.

O Sr, como Chefe de Oficina, em relação às bancadas de manutenção para realizar intervenções em equipamentos aviônicos digitais, pode afirmar:

3 respostas



**GRÁFICO 12 – Disponibilidade de bancadas de manutenção de equipamentos aviônicos digitais das oficinas do Pel Mnt Avn exceto a Ofn RadNavCom**

Fonte: O autor

Em relação ao suprimento para realizar intervenções de manutenção nos equipamentos aviônicos digitais:

3 respostas



GRÁFICO 13 – Disponibilidade de suprimento para manutenção de equipamentos aviônicos digitais das oficinas do Pel Mnt Avn exceto a Ofn RadNavCom

Fonte: O autor

Sua Oficina, em relação aos cartões de trabalho para manutenção nos equipamentos aviônicos digitais:

3 respostas

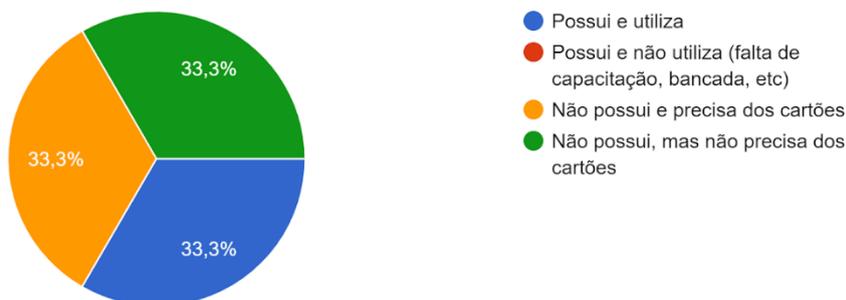


GRÁFICO 14 – Disponibilidade de cartões de trabalho para manutenção de equipamentos aviônicos digitais das oficinas do Pel Mnt Avn exceto a Ofn RadNavCom

Fonte: O autor

Considerando os 3 (três) gráficos anteriores (gráficos 12, 13 e 14), referentes ao levantamento junto aos Chefes de Oficina do Pel Mnt Avn é possível realizar algumas considerações.

Em relação às bancadas de manutenção de equipamentos aviônicos digitais, nota-se que elas se fazem necessárias, no entanto, uma oficina possui bancadas em carga que atendem às necessidades de manutenção de equipamentos aviônicos digitais e que já são suficientes, uma segunda oficina possui bancadas, porém precisaria de mais, e uma terceira oficina não possui bancadas para manutenção dos equipamentos aviônicos digitais e precisaria delas para realizar manutenção. As bancadas de manutenção são as plataformas nas quais os mecânicos realizam as verificações e intervenções necessárias para manter o equipamento e disponibilizá-lo novamente. Para cada tipo de manutenção as bancadas a serem utilizadas serão especificadas nos cartões de trabalho referentes à intervenção realizada, sendo na maioria das vezes necessário cursos específicos para operar as bancadas de manutenção. O manual do fabricante se faz necessário para conferências periódicas nas condições das bancadas de manutenção.

Com relação aos suprimentos para realizar a manutenção nos equipamentos aviônicos digitais, duas oficinas manifestaram não realizar manutenção de equipamentos aviônicos digitais, enquanto que uma terceira oficina manifestou não ter disponibilidade de suprimentos para realizar a manutenção de equipamentos aviônicos digitais. O suprimento para manutenção dos equipamentos de aviação pode se configurar um entrave na disponibilidade dos equipamentos, haja vista que sua falta causa a interrupção do procedimento de manutenção. Os suprimentos a serem utilizados durante a manutenção são listados no respectivo cartão de trabalho referente ao procedimento, e tem seus níveis de estoque controlado de acordo com sua demanda.

A respeito dos cartões de trabalho para manutenção de equipamentos aviônicos digitais, eles são importantíssimos para a condução das intervenções da forma correta e segura. É mandatório a utilização de cartões de trabalho do fabricante durante os procedimentos de manutenção. Nos cartões de trabalho são especificadas as bancadas e ferramentas necessárias para a execução da manutenção, assim como os suprimentos necessários, quantidade de tempo necessária para a manutenção e

ainda possui a sequência das ações na manutenção e a referência a outros cartões de trabalho que possuem relação com a intervenção a ser executada.

Capacitação, bancadas de manutenção, suprimento e cartões de trabalho devem coexistir em um ambiente de manutenção de uma oficina. A ausência de qualquer um destes irá interferir diretamente na cadeia de manutenção, interrompendo o processo e trazendo indisponibilidade indesejada à frota de aeronaves da AvEx.

Diante desse panorama, a fim de verificar o possível impacto da atual situação de disponibilidade de bancadas de manutenção, suprimentos e cartões de trabalho, assim como da capacitação dos mecânicos de aviônicos, um levantamento sobre a disponibilidade operacional da frota AvEx dos últimos anos foi realizado, conforme o (ANEXO A).

Analisando os 4 (quatro) gráficos do ANEXO A, e suas respectivas tabelas é possível notar que a Disponibilidade Operacional da frota AvEx não foi impactada pela disponibilidade da frota FENNEC (HA-1) e K2 (HM-1), que não sofreram variações significativas, conforme é possível acompanhar através do número de aeronaves disponíveis a cada mês do ano, seguindo pela tabela ou então pelo gráfico, representado por cores e formas diferentes, sendo o quadrado vermelho referente ao HA-1 e o losango verde referente ao HM-1.

Esta estabilidade da disponibilidade operacional, de certa forma, tem como fatores contribuintes a vigência da garantia das aeronaves modernizadas recentemente, assim como a redução na quantidade de intervenções realizadas nas aeronaves que, por terem sido modernizadas, tiveram componentes antigos substituídos por novos, apresentando um número menor de panes, como por exemplo, a substituição dos equipamentos aviônicos analógicos pelos digitais.

No entanto, não foi possível verificar se a longo prazo a disponibilidade operacional sofreria impactos provenientes da instabilidade na disponibilidade das aeronaves das frotas HA-1 e HM-1 devido a problemas nos equipamentos aviônicos digitais, tendo em vista que deveria ser realizado um levantamento específico, durante um grande espaço de tempo, sobre quais equipamentos têm apresentado problemas e quantos deles acabaram por indisponibilizar aeronaves. Cabe salientar que, quanto maior o espaço de tempo, mais problemas poderão aparecer, devido ao desgaste natural dos equipamentos em função de seu uso.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

É possível verificar que os militares da Ofn RadNavCom reúnem capacitação mínima necessária para trabalhar nas oficinas, no entanto é imprescindível que realizem cursos direcionados à operação de bancadas de manutenção específicas de cada fabricante dos equipamentos aviônicos digitais, sem os quais, não estariam autorizados a realizar intervenções nos referidos equipamentos, o que traria reflexos diretos na disponibilidade desses equipamentos e, por consequência, na disponibilidade operacional. Um fator importante a se destacar é a necessidade de atualizar o conteúdo relacionado à equipamentos aviônicos ministrado aos alunos do Curso de Formação de Sargentos de Aviação do Exército, assim como do Curso de Mecânico de Aviônicos, haja vista que foi levantado durante a pesquisa que os mecânicos julgaram o conteúdo aprendido nesses cursos insuficiente. Em relação ao THM das aeronaves HA-1 e HM-1 modernizadas, é importante que os mecânicos da oficina possam realizá-los a fim de estarem em condições de conhecer os diversos sistemas das aeronaves e seus respectivos equipamentos componentes.

A Ofn RadNavCom não possui as bancadas de manutenção que necessitaria para realizar a manutenção dos equipamentos aviônicos digitais. Para isso, é importante que a Diretoria de Material de Aviação do Exército realize contato com os fabricantes dos equipamentos aviônicos digitais a fim de verificar quais equipamentos poderiam sofrer intervenção, até qual nível estaríamos autorizados a manter e ainda quais bancadas seriam necessárias para tais manutenções. De posse das bancadas de manutenção necessárias e com os mecânicos da oficina capacitados, é possível reduzir o tempo de indisponibilidade dos equipamentos aviônicos digitais se comparado à prática de envio para o fabricante para manutenção, onde o item é enviado, entra na fila para reparo e depois de mantido é expedido de volta, processo este demorado e custoso. Isto sem considerar quando é constatada a necessidade de aquisição de um novo equipamento devido a impossibilidade de reparo do mesmo, o que poderia ser evitado por muitos reparos e *checks* simples e básicos que poderiam ser realizados ainda no B Mnt Sup Av Ex, evitando assim o

gasto desnecessário de envio de um equipamento para o fabricante que não tenha a possibilidade de reparo.

No que tange aos equipamentos aviônicos digitais, a Ofn RadNavCom não possui os cartões de trabalho que necessita para realizar a manutenção dos referidos equipamentos. Esses cartões de trabalho são primordiais à execução da manutenção pois neles estão presentes todas as informações necessárias para tal. Estes cartões devem ser requisitados ao fabricante, assim, procedimentos de manutenção mais simples, que não necessitem de bancada de manutenção específica ou qualquer outro tipo de capacitação, podem ser realizados.

Com relação ao suprimento para manutenção dos equipamentos aviônicos digitais para a Ofn RadNavCom, foi verificado que não há disponibilidade dos mesmos. Estes são essenciais para a execução da manutenção dos equipamentos, sem os quais a manutenção fica estagnada. Tendo em vista que grande parte dos equipamentos aviônicos digitais ainda encontra-se em garantia, estima-se que a aquisição dos suprimentos será realizada com maior frequência e em maior escala com o passar do tempo, a medida que a manutenção começar a ser realizada pelas oficinas orgânicas do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército.

Foi possível constatar que a média de intervenções em equipamentos aviônicos digitais realizados na Ofn RadNavCom foi baixíssimo nos anos de 2017 a 2020. No entanto, esse número não refletiu na Disponibilidade Operacional da Frota AvEx, como observado nos gráficos dos mesmos anos. Esse fato, provavelmente, foi influenciado pela garantia dos equipamentos aviônicos digitais oriundos das aeronaves recém modernizadas, somado ao fato de que quanto mais novo o equipamento, menor é a chance de apresentar alguma pane em curto espaço de tempo, devido o baixo desgaste de seus componentes. A garantia dos equipamentos aviônicos digitais não fez parte do escopo do presente trabalho, sendo um potencial objeto de estudo para trabalhos futuros sobre a manutenção e preservação de equipamentos aviônicos digitais.

Das questões de estudo levantadas, todas foram respondidas integralmente, exceto a quantidade de Sargentos de Manutenção de Aviônicos do Pel Mnt Avn capacitados a realizar manutenção profunda em equipamentos aviônicos digitais. Esse número é de difícil verificação devido à constante transformação das

capacitações dos militares integrantes do B Mnt Sup Av Ex e por consequência a lista de capacidades de cada oficina, impactada diretamente pela movimentação dos militares entre as Organizações Militares da Aviação do Exército.

Por fim, nota-se que é necessário envidar esforços para a capacitação dos mecânicos integrantes do Pel Mnt Avn, principalmente os integrantes da Ofn RadNavCom. A aquisição de bancadas de manutenção, acompanhadas da capacitação ministrada pelo fabricante ou elemento homologado e certificado, assim como o fornecimento de manuais e cartões de trabalho atualizados e compatíveis com os equipamentos aviônicos digitais embarcados nas aeronaves da frota modernizada da Aviação do Exército são de suma importância para a manutenção dos níveis de Disponibilidade Operacional da frota AvEx, assim como a aquisição de suprimentos para a efetiva manutenção orgânica dos equipamentos, pois sem suprimento, a cadeia de manutenção permanece estagnada.

Dessa forma, estabelecer contato com a Diretoria de Material de Aviação do Exército para o planejamento de possíveis linhas de ação para uma transição eficiente da manutenção dos equipamentos aviônicos digitais, hoje com alguns equipamentos ainda em garantia, para as oficinas do Pel Mnt Avn do B Mnt Sup Av Ex, com vistas a economia de recursos a longo prazo, encurtamento do tempo de indisponibilidade dos equipamentos e flexibilidade de manutenção, tendo em vista que não seria necessário enviar o equipamento para manutenção no fabricante e esperar pela realização da manutenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC, **ANACpédia**. [2014?], Disponível em: <  
[https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por\\_por/tr367.htm#:~:text=Equipamentos%20eletr%C3%B4nicos%20e%20Fou%20de,aeronaves%2C%20simuladores%20ou%20treinadores%20sint%C3%A9ticos.&text=Equipamentos%20eletr%C3%B4nicos%20a%C3%A9reos.>](https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_por/tr367.htm#:~:text=Equipamentos%20eletr%C3%B4nicos%20e%20Fou%20de,aeronaves%2C%20simuladores%20ou%20treinadores%20sint%C3%A9ticos.&text=Equipamentos%20eletr%C3%B4nicos%20a%C3%A9reos.>) Acesso em: 14/04/2020

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil**, nº 43, Emenda nº 05, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil**, nº 65, Emenda nº 00, 2018.

BRASIL. COMANDO DE AVIAÇÃO DO EXÉRCITO. **Instrução de Aviação do Exército - Cálculo de Disponibilidade de Aeronaves das Organizações Militares da Aviação do Exército**: InAvEx 3005. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. COMANDO DE OPERAÇÕES. **Manual de Campanha Operações**: EB70-MC-10.223. 5. ed. Brasília, DF: Comando de Operações Terrestres, 2017.

BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. **Manual de Campanha Logística de Aviação do Exército**: C 1-29. 1. ed. Brasília, DF: Estado Maior do Exército, 2009.

BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. **Manual de Campanha o Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército**: C 1-21. 1. ed. Brasília, DF: Estado Maior do Exército, 2009.

BRASIL. EXÉRCITO BRASILEIRO. **Manual de Campanha Vetores Aéreos da Força Terrestre**: EB20-MC-10.214. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO. **Plano Estratégico do Exército 2020-2023**: EB10-P-01.007. Brasília, DF, 2019.

BYINGTON, Carl *et al.* Advanced Diagnostic/Prognostic Reasoning and Evidence Transformation Techniques for Improved Avionics Maintenance. *In*: 2004 IEEE AEROSPACE CONFERENCE PROCEEDINGS. 2004. **2004 IEEE Aerospace Conference Proceedings** Big Sky, MT, USA: IEEE, 2004. 11 p. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1368148>. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL, Exército Brasileiro, Centro de Instrução de Aviação do. **Missão, visão de futuro e valores**, ????. Disponível em: <http://www.ciavex.eb.mil.br/index.php/missao-visao-de-futuro-e-valores>. Acesso em: 15 jul. 2021

RAZA, Ahmed. **Maintenance Model of Digital Avionics**. MDPI Open Access

INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO  
§ 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012

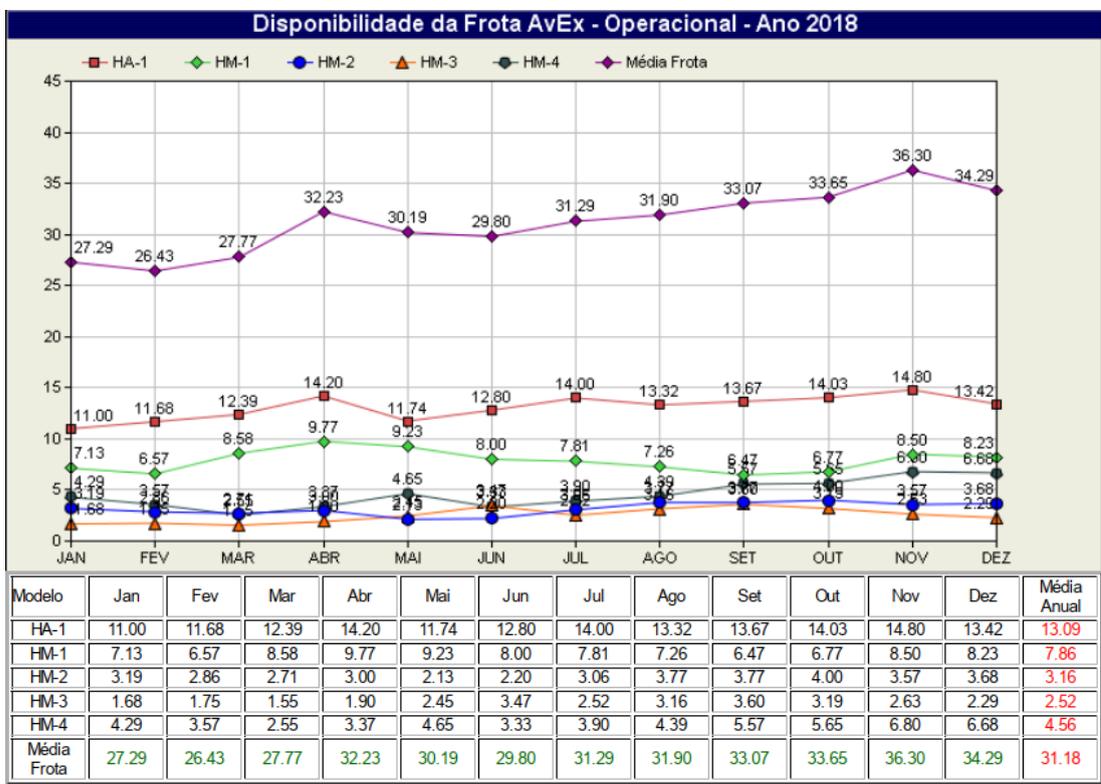
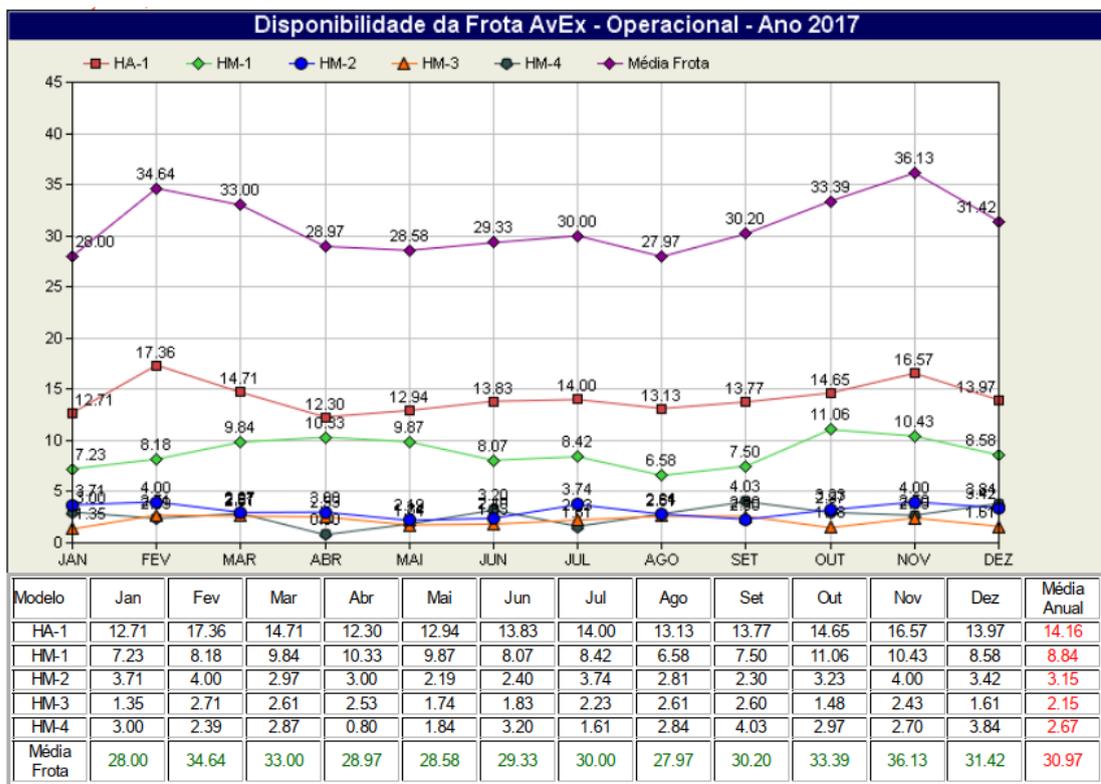
Journals. Kiev, 2018. 16 p. Disponível  
4310/5/2/38. Acesso em: 15 fev. 2021.

em: <https://www.mdpi.com/2226-4310/5/2/38>

INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO  
§ 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012

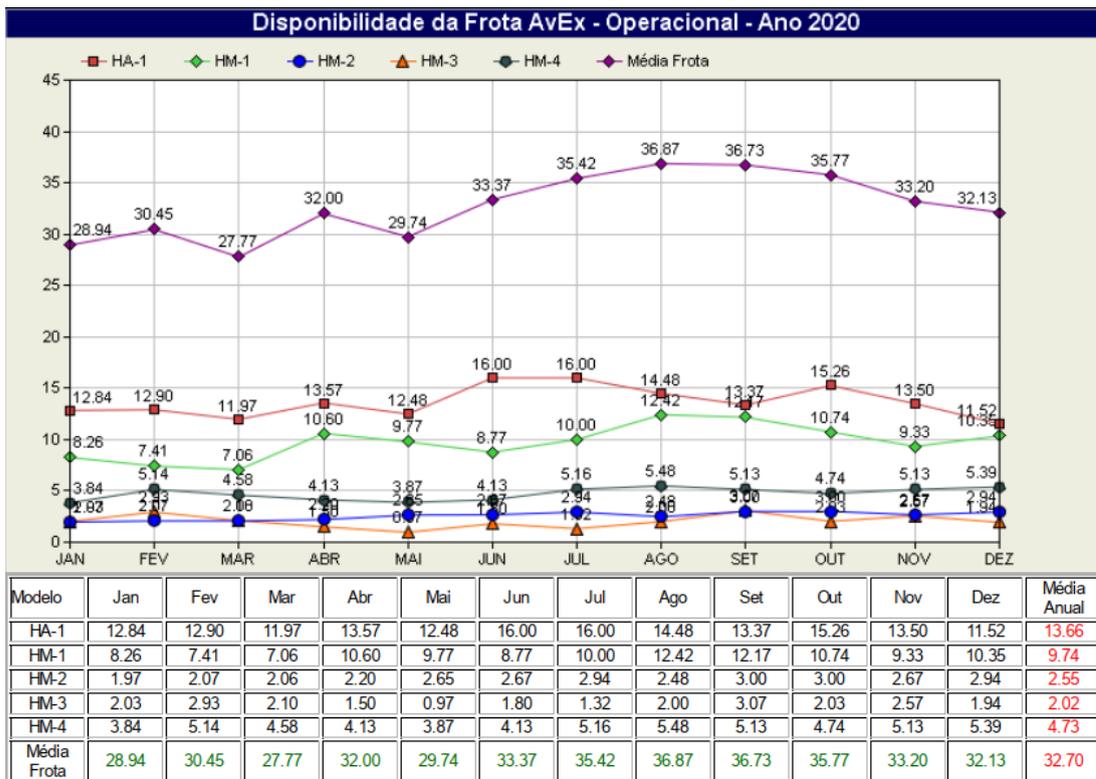
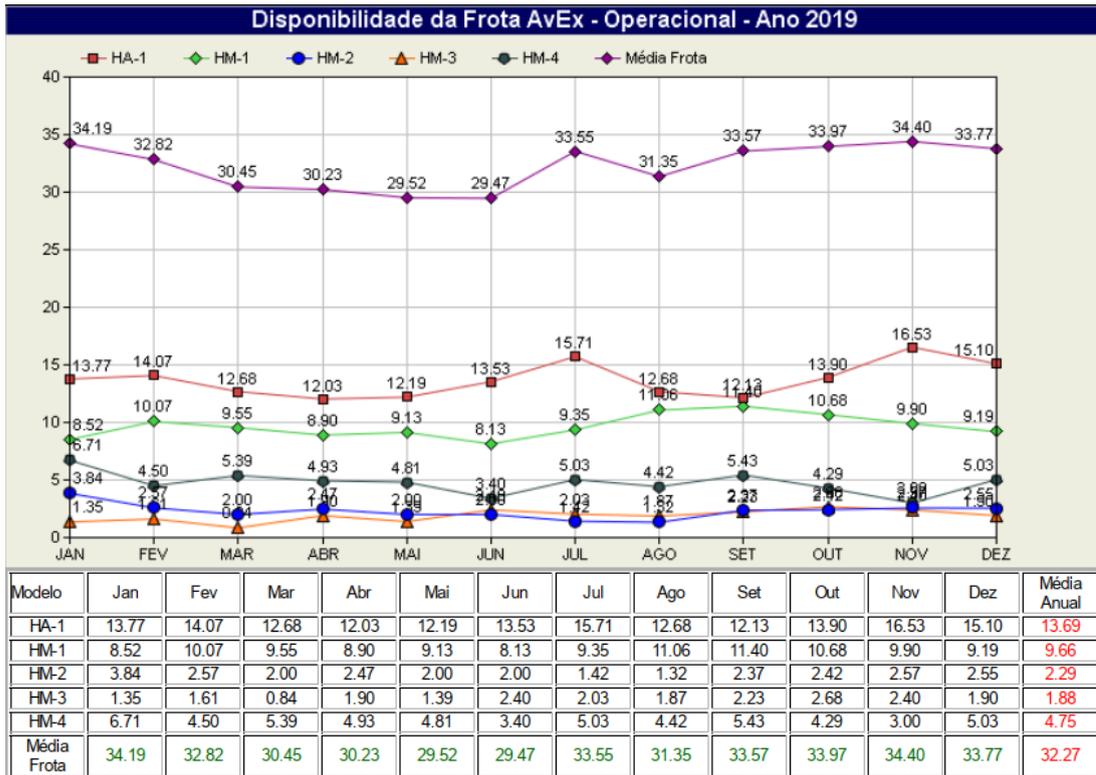
**INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO**  
 § 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
 Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012

**ANEXO A – Representação gráfica da Disponibilidade Operacional da Frota AvEx dos anos de 2017 a 2020**



**INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO**  
 § 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
 Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012

**INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO**  
 § 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
 Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012



**INFORMAÇÃO P&D – ACESSO RESTRITO**  
 § 1º do Art 7º da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011  
 Inciso II do Art 5º do Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012