

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC GILSON BARBOSA CARNEIRO JUNIOR

GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA DE COMPONENTES, SISTEMAS E MEIOS:  
Conceitos e aplicabilidade na gestão de manutenção da aeronave AF-1  
Skyhawk, de 1998 a 2023.

Rio de Janeiro

2023

CC GILSON BARBOSA CARNEIRO JUNIOR

GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA DE COMPONENTES, SISTEMAS E MEIOS:  
Conceitos e aplicabilidade na gestão de manutenção da aeronave AF-1  
Skyhawk, de 1998 a 2023.

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CMG (RM-1) Fernando Vilela.

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2023

## **DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR**

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Nosso Deus, pelas bênçãos derramadas em toda a minha vida. Sem a Sua Proteção, nada em minha vida seria possível.

À minha esposa Lyvia, que muitas vezes esteve sobrecarregada por assumir sozinha diversas responsabilidades cotidianas, em especial o cuidado com a nossa filha. Sem você seria muito difícil chegar até aqui. Muito obrigado.

À minha filhinha Julia, alegria da minha vida, pelas várias risadas e alegrias que me proporciona todos os dias. Que Deus continue te abençoando.

Aos meus pais, Gilson e Regina, que mesmo separados pela distância sempre me incentivaram a perseguir as minhas metas e objetivos. Obrigado pelos ensinamentos que forjaram o meu caráter e valores. Eles foram fundamentais para superar os desafios que a vida nos impõe.

Aos meus irmãos, Everton, Kellen e Evelyn, cuja distância impediu a convivência do dia-a-dia, mas que a amizade e amor sempre nos uniu.

Ao meu Orientador e Ex-Comandante, CMG (RM-1) Fernando Vilela, pela orientação sempre assertiva e atenção dispensada. Sua postura profissional, não somente no âmbito da Escola de Guerra, mas na Aviação Naval, sempre me foi fonte de inspiração. Muito obrigado.

Por fim, à Marinha do Brasil, especialmente ao Esquadrão VF-1, o ninho dos Falcões, por me proporcionar as oportunidades na carreira da qual tenho muito orgulho.

## RESUMO

A Gestão da Obsolescência é uma atividade que proporciona postergar a utilização de equipamentos e sistemas, por meio da eficiente e correta aplicação de ferramentas e metodologias. A Marinha do Brasil adquiriu em 1998 aeronaves de caça provenientes da Força Aérea do Kuwait, retiradas de serviço por aquela Força Armada. O propósito desta pesquisa é evidenciar as melhores práticas de gestão de obsolescência que possam ser implementadas e identificar eventuais lacunas e dificuldades do tema. Delimitou-se o conceito de obsolescência, com foco nos efeitos do comprometimento da cadeia logística gerado pela obsolescência logística, chamado de DMSMS pelos estadunidenses. Na sequência, foram realizadas pesquisas em publicações normativas de potências militares, especificamente os Estados Unidos da América e o Reino Unido, por estarem dentre os países com maiores gastos militares no planeta. As metodologias estadunidense e britânica possibilitam o entendimento dos benefícios dos quais se pode usufruir ao se implementar as abordagens proativa e reativa aos problemas relacionados com a descontinuidade do fornecimento de itens. O estudo do caso das aeronaves AF-1 operadas pelo 1º Esquadrão de Aviões de Interceptação e Ataque, possibilita compreender alguns problemas enfrentados pela Marinha do Brasil, tais como falta de normatização acerca do tema e estrutura administrativa. O Programa de Modernização, conduzido em empresa nacional, favoreceu a superação de enormes desafios, graças à união dos esforços entre as partes, porém esta modalidade de resolução de obsolescência também possui as suas dificuldades que, se não geridas adequadamente, retorna a questão da obsolescência no curto prazo.

Palavras-chave: Gestão da Obsolescência; Normatização; Abordagem Proativa; Abordagem Reativa; DMSMS; Modernização.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1 -</b>	Hierarquização de Itens.....	51
<b>FIGURA 2 -</b>	Janela de Oportunidade.....	52
<b>FIGURA 3 -</b>	Pontos de controle no ciclo CADMID.....	59
<b>FIGURA 4 -</b>	Fluxograma das abordagens Proativa e Reativa no MoD do Reino Unido.....	60
<b>FIGURA 5 -</b>	Custos não-recorrentes de engenharia.....	61
<b>FIGURA 6 -</b>	Painel de Aeronave AF-1 antes do programa de modernização.....	63
<b>FIGURA 7 -</b>	Painel Aeronave AF-1 modernizado.....	64
<b>FIGURA 8 -</b>	Cubo de Risco.....	57
<b>GRÁFICO 1-</b>	Análise Gráfica de <i>Health Assessment</i> .....	24

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APO — Administração por objetivos

BAENSPA — Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia

BOM — *Bill of Materials*

CADMID — *Concept, Assessment, Demonstration, Manufacture, In-service e Disposal.*

CIP — *Component Improvement Program*

CLS — *Contract Logistics Support*

DAU — *Defense Acquisition University*

DMSMS — *Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages*

DoD — *Department of Defense*

EUA — Estados Unidos da América

FAK — Força Aérea do Kuwait

FMS — *Foreign Military Sales*

GAerNavMan — Grupo Aéreo Naval de Manutenção

GFRAer AF-1 – Grupo de Fiscalização e Recebimento de Aeronaves AF-1

HUD — *Heads-Up Display*

KAI — Kay and Associates Inc.

MB — Marinha do Brasil

MD — Ministério da Defesa

MTBF — *Mean Time Between Failure*

OM — Organização Militar

PALI — Plano de Apoio Logístico Integrado

SD — Sistema de Defesa

SVCE – *Sustained-Dominated Systems*

VF-1 – 1º Esquadrão de Aviões de Interceptação e Ataque

WDNS – *Weapons Delivery and Navigation System*

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Maiores gastos militares em milhões de dólares americanos.....	53
Tabela 2 -	Exemplo de “Health Assessment” .....	58
Tabela 3 -	Custo da solução x Custo Evitado.....	62
Tabela 4 -	Soma do total do Custo Evitado.....	62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>O PROBLEMA DA OBSOLESCÊNCIA: CONCEITOS E DEFINIÇÕES</b> .....	<b>11</b>
2.1	A OBSOLESCÊNCIA COMO UM PROBLEMA PARA AS FORÇAS MILITARES .....	11
2.2	CONCEITUAÇÃO.....	12
2.2.1	Hierarquização dos Itens que compõem um sistema.....	13
2.2.2	Tipos de Obsolescência.....	13
2.3	O CICLO DE VIDA DE EQUIPAMENTOS.....	15
2.4	AS ABORDAGENS PROATIVA E REATIVA: A NECESSIDADE DE NORMATIZAÇÃO	17
<b>3</b>	<b>A METODOLOGIA DE DOD DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA E DO MOD DO REINO UNIDO</b> .....	<b>20</b>
3.1	GESTÃO DE OBSOLESCÊNCIA NO ÂMBITO DO DOD DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA.....	20
3.1.1	A Estrutura funcional da Metodologia DMSMS.....	21
3.1.2	Primeira Fase: Preparação.....	21
3.1.3	Segunda Fase: Identificação.....	22
3.1.4	Terceira Fase: Avaliação.....	23
3.1.5	Quarta Fase: Análise.....	23
3.1.6	Quinta Fase: Implementação.....	25
3.1.7	Considerações Finais Acerca do Guia SD-22 – DMSMS.....	25
3.2	A GESTÃO DE OBSOLESCÊNCIA DO MOD DO REINO UNIDO.....	26
3.2.1	Política de Gestão de Obsolescência no Âmbito do MoD do Reino Unido.....	27
3.2.2	Estratégia para a Gestão de Obsolescência no MoD do Reino Unido.....	28
3.2.3	Considerações Sobre o Plano de Gestão de Obsolescência.....	28
3.2.4	Aspectos Acerca das Resoluções.....	29
3.2.5	Cálculo do Custo Evitado.....	30
3.2.6	Considerações Sobre a Metodologia do MoD do Reino Unido.....	30
<b>4</b>	<b>ASPECTOS NORMATIVOS E ESTRUTURAIS RELACIONADOS À OBSOLESCÊNCIA. A MODERNIZAÇÃO DAS AERONAVES AF-1</b> .....	<b>32</b>
4.1	PESQUISA NAS PUBLICAÇÕES NORMATIVAS APLICADAS A AERONAVE AF-1 ...	32
4.2	ESTRUTURA LOGÍSTICA DE SUPORTE ÀS AERONAVES AF-1 NA MB.....	34
4.3	O PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DAS AERONAVES AF-1.....	36
4.3.1	Desafios logísticos no início das operações das aeronaves AF-1 na MB.....	36
4.3.2	As dificuldades do Programa de Modernização .....	39
4.4	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>47</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os equipamentos e sistemas que utilizamos são compostos por diversos subcomponentes que juntos formam um produto que visa atender a uma funcionalidade. Os produtos possuem um tempo de utilização esperado, cuja manutenção em condições de uso depende da existência de sobressalentes e componentes de reposição. Para um fabricante continuar produzindo estes sobressalentes, é necessária uma demanda contínua por parte de seus utilizadores. A ausência de demanda gera o desinteresse da manutenção da capacidade de produzir por parte do fabricante, que para de produzir. A partir deste ponto, os utilizadores remanescentes possuem dificuldade de adquirir peças, sendo assim impactados pela obsolescência do seu produto.

O tema deste trabalho é a gestão da obsolescência e os seus efeitos. A gestão dos recursos aplicados na manutenção de um equipamento é impactada diretamente pelo nível de obsolescência dos itens, por isso a gestão da obsolescência é intrinsecamente ligada ao aspecto financeiro. Outro conceito importante é o ciclo de vida dos equipamentos, que molda o aspecto temporal de um produto, desde a sua concepção até a sua inutilização.

A relevância do tema está relacionada principalmente à indisponibilidade de um sistema e os efeitos econômicos decorrentes. Caso o sistema indisponível esteja relacionado à segurança de um Estado, a obsolescência ganha ainda mais importância. Observa-se nos meios militares a união dos dois fatores citados, desta forma gerir a obsolescência dos meios de defesa significa gerir parcialmente a segurança estatal. Os operadores que não se atentam a este problema normalmente perdem oportunidades de solução economicamente mais viáveis, chamadas aqui de resoluções, restando apenas as mais onerosas.

O objeto de estudo do presente trabalho foi estruturado a compreender como tem sido efetuada a gestão da obsolescência no âmbito da Aviação Naval, mais especificamente na gestão de manutenção das aeronaves AF-1/1A *Skyhawk*, adquiridas pela Marinha do Brasil no ano de 1998. Este tipo de aeronave, um caça-bombardeiro de asa fixa, não havia sido operada por esta Força até o momento da sua aquisição, fato este que impõe desafios sobretudo no setor logístico.

O propósito desta pesquisa é evidenciar, no âmbito da Marinha do Brasil, mais especificamente na Aviação Naval Brasileira, as melhores práticas de gestão de obsolescência que possam ser implementadas e identificar eventuais lacunas e dificuldades acerca do tema.

Desta forma a questão que deve ser respondida é a seguinte: tem a Marinha do Brasil estrutura adequada para enfrentar a obsolescência dos componentes da aeronave AF-1?

O tipo de desenho utilizado na pesquisa foi a confrontação da teoria com a realidade. Foram pesquisadas duas metodologias de gestão de obsolescência de países que são potências militares, cujo vulto de equipamentos e sistemas a serem geridos exige uma estrutura eficiente na gestão de projetos. No aspecto da realidade, foi realizada uma pesquisa dos aspectos normativos aplicáveis à Marinha do Brasil, somada a identificação dos responsáveis pela logística que propicia a manutenção das aeronaves AF-1 Skyhawk.

O capítulo 2 traz aspectos conceituais que se fazem necessário ao entendimento das metodologias utilizadas como teoria. Para um entendimento de como as maiores potências militares abordam essa questão, serão apresentados no terceiro capítulo os pontos focais, na avaliação deste autor, dos manuais e normas aplicadas aos órgãos subordinados ao Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América e no Ministério da Defesa do Reino Unido, escolhidos por possuírem altos gastos com defesa.

De posse dos principais aspectos das metodologias norte-americanas e britânica, abordaremos no quarto capítulo o processo de obtenção das aeronaves operadas pelo 1º Esquadrão de Aviões de Interceptação de Ataque e as dificuldades enfrentadas no âmbito da manutenção dos meios até hoje. A previsão normativa do tema no âmbito da MB é descrito e auxilia no entendimento do que foi realizado durante o período abordado. No quinto capítulo será realizada a conclusão do trabalho, que evidenciará os principais pontos das metodologias estudadas e suas possíveis implicações na gestão dos meios no âmbito da Marinha do Brasil.

Decorrido o roteiro deste estudo, surge a necessidade do entendimento do que é obsolescência? Normalmente o conceito é associado ao surgimento de um equipamento, similar ou não, que executa a função mais eficientemente do que o já existente, que se torna obsoleto, normalmente associado a uma evolução tecnológica. Estes aspectos abordam parcialmente o problema da obsolescência, que será mais bem especificado no capítulo seguinte.

## **2 O PROBLEMA DA OBSOLESCÊNCIA: CONCEITOS E DEFINIÇÕES**

Este capítulo aborda os conceitos fundamentais para o entendimento do fenômeno da obsolescência e as metodologias criadas para efetuar a sua gestão. Nele será abordada a obsolescência como um problema para as forças militares, o conceito de hierarquização de itens, os principais tipos de obsolescência, o ciclo de vida de equipamentos e as abordagens proativa e reativa.

### **2.1 A OBSOLESCÊNCIA COMO UM PROBLEMA PARA AS FORÇAS MILITARES**

Por serem um dos maiores consumidores de itens eletrônicos nas décadas de 1960 e 1970, os militares conseguiam maior controle sobre as cadeias de produção e os seus requisitos técnicos. O volume das encomendas e o tamanho relativo da fatia de mercado que possuíam faziam com que houvesse sempre uma empresa disponível para atender à demanda deste setor. Assim, o problema da obsolescência nos equipamentos eletrônicos foi facilmente gerenciado até a década de 1980, quando ocorreu o fim da Guerra Fria, que arrefeceu o mercado militar, e o aparecimento em larga escala de produtos eletrônicos tais como computadores pessoais e equipamentos audiovisuais (JOSIAS, et al 2004).

O arrefecimento do mercado e o aparecimento em larga escala de produtos eletrônicos fez com que os militares perdessem a sua fatia de mercado e conseqüentemente diminuíssem a sua relevância, tendo que se adaptar muitas vezes aos produtos comercializados no mercado em larga escala. A título de comparação, a indústria militar de defesa dos EUA possuía cerca de 16% da fatia de mercado relacionada a circuitos eletrônicos integrados na década de 1960, passando a 1% no ano de 1995 (IBIDEM).

Rojo e Shehab (2009) destacam que a partir da década de 1990 o pessoal envolvido na gestão do ciclo de vida de complexos sistemas na área de defesa começou a ser envolver mais diretamente no problema da obsolescência. Desde então algumas estratégias e técnicas começaram a surgir nesta área, dividindo-se em duas grandes abordagens: a proativa e a reativa, que serão mais detalhadas no decorrer deste estudo.

Assim, sem mais possuir o mesmo poder de influência, a utilização de componentes amplamente comercializados sem especificação militar foi uma solução que tornaria menos oneroso o desenvolvimento de novos sistemas, mas como contrapartida introduziu

definitivamente a problemática da obsolescência no meio militar, porém sem se posicionar de forma vantajosa a se considerar a redução na sua participação no mercado. Nesta linha de raciocínio, um simples componente que compõe um sistema, quando descontinuado por interesses mercadológicos, impacta na disponibilidade total do equipamento.

## 2.2 CONCEITUAÇÃO

O conceito de obsolescência é definido pela doutrina britânica como “a transição da disponibilidade do fabricante original para a indisponibilidade” (TRADUÇÃO NOSSA, UK, 2012). A mesma doutrina define a gestão de obsolescência como “as atividades coordenadas para controlar e direcionar uma organização com relação à obsolescência” (IBIDEM). Em complemento, a doutrina estadunidense descreve que “a obsolescência é menos restritiva e um item pode ser obsoleto por uma perspectiva, mas não por outra” (TRADUÇÃO NOSSA, DSPO, 2022). Tendo em vista a abrangência do seu conceito e suas diferentes perspectivas, definiremos neste trabalho que a Gestão da Obsolescência é uma atividade que proporciona postergar a utilização de equipamentos e sistemas, por meio da eficiente e correta aplicação de ferramentas e metodologias.

Dessa forma, o fenômeno da obsolescência pode ser dividido em tipos que definem a sua origem, cuja raiz logística será prioritariamente referenciada. Especificamente esta causa encontra-se mais presente nos produtos industrializados pela quantidade de componentes e subcomponentes que compõe um equipamento ou sistema. O fenômeno não ocorre somente em produtos para uso militar, mas, também em itens utilizados no uso pessoal, tais como celulares, televisores e automóveis.

Por vezes o equipamento atende ao fim a que se propõe, entretanto, a falta de um sobressalente como uma bateria, no caso dos celulares, inviabiliza a sua utilização. Neste caso a indisponibilidade da bateria por falta de interesse na continuidade da sua produção é o foco que se quer manter no âmbito deste trabalho. Por fim, o Anexo A traz uma breve explicação da diferenciação de invenção e inovação, conceito útil ao entendimento da obsolescência.

### 2.2.1 Hierarquização dos itens que compõem um sistema.

Um sistema é composto por vários subsistemas, que por sua vez pode ser composto por vários agrupamentos de componentes. A Figura 1 (Anexo B) traz a classificação feita pelo mercado ocidental acerca da subdivisão dos componentes, aumentando o seu fracionamento da esquerda para a direita. São divididos em sistemas, unidades, conjuntos (*assemblies*) e componentes (DSPO, 2022). A hierarquização é importante na medida em que a gestão de um sistema pode ser trabalhada em partes, trazendo por vezes uma solução mais econômica ao evitar a substituição de todo um sistema em decorrência de problemas provenientes de uma menor parte.

A evolução tecnológica dos últimos anos mostra que os itens de um mesmo sistema possuem diferentes períodos de ciclo de vida até que atinjam o ponto de se tornarem obsoletos. Itens hidráulicos e motores, por exemplo, tendem a permanecer por muito tempo em operação, citando-se como exemplo os motores da família PT6 fabricados pela empresa Pratt & Whitney, utilizado pela Força Aérea Brasileira. Nas aeronaves T-27 Tucano entrou em operação no ano de 1980 sendo operados até hoje (EMB-312 Tucano, 2015).

Para estes tipos de sistemas, caracterizados pela robustez e resistência ao tempo, o investimento na capacitação de manutenção em todos os escalões se mostra mais vantajoso sob vários pontos de vista, desde o seu custo, qualidade, tempo em reparo e disponibilidade. Outra ação que se observa é a nacionalização de componentes visando mitigar os riscos associados à cadeia logística. Em contrapartida, equipamentos eletroeletrônicos se mostram com o ciclo de vida menor do que os sistemas para os quais são parte, segundo Singh (2004).

Desta forma, ao avaliar um meio quanto a propensão à obsolescência, é importante ser realizada a divisão por tipos de componentes com as mesmas características, de modo a facilitar o estudo e propiciar diferentes abordagens de gestão.

### 2.2.2 Tipos de obsolescência

Ao classificarmos em tipos de obsolescência, a tecnológica tende a ser a primeira que vêm à mente: esta ocorre quando surge um equipamento similar a outro já existente, porém com mais recursos e possibilidades, por vezes mais eficiente em termos de economicidade, disponibilidade e confiabilidade. Segundo Figueiredo (apud NASCIMENTO, 2018) o

aparecimento de novas tecnologias pode implicar no surgimento de novas empresas e mercados inéditos, como no caso das máquinas fotográficas digitais, que pode condenar ao desaparecimento as cadeias produtivas dos equipamentos ultrapassados. Entretanto, cabe mencionar que as novas tecnologias muitas das vezes não são economicamente viáveis, sendo assim o surgimento de uma nova tecnologia não necessariamente implica na obsolescência de seu antecessor (LONGO, 2000).

O desaparecimento de cadeias logísticas não ocorre somente devido ao aparecimento de uma nova tecnologia. A obsolescência logística ou econômica ocorre quando a cadeia de suprimentos daquele componente, sistema ou meio é desfeita por motivos meramente econômicos, situação que gera uma dificuldade crescente na realização de manutenção. Neste preâmbulo é importante definir o conceito de descontinuidade, que ocorre quando um fabricante ou fornecedor decide interromper a linha de produção de um produto, podendo este ser inclusive o mais avançado em termos de tecnologia, muitas vezes por que se tornou cara ou desvantajosa para o fornecedor (SOLOMON et al, 2000). Sendo assim, a obsolescência logística decorre de uma questão de competitividade no ambiente capitalista, não significando, necessariamente, que o item está defasado do estado da arte operacional ou tecnológico para aquele momento.

Assim, há uma tendência pelo desinteresse da indústria manter a linha de produção destes itens ultrapassados, o que as torna menos eficiente, por vezes, do que a linha de produção de um componente que contém uma tecnologia mais avançada, que traz consigo a viabilidade econômica devido à criação da demanda.

Mais comum no mercado de itens para uso pessoal, um outro tipo de obsolescência existente é a do tipo planejada, que ocorre muitas das vezes da mistura dos dois tipos citados anteriormente: o componente, sistema ou meio possui durabilidade reduzida, a qual é caracterizada pela dificuldade de operar o meio por um longo tempo tanto pelo viés tecnológico bem como pelo aspecto econômico, devido à dificuldade de se encontrar itens ou peças de componentes para a manutenção do meio em condição de funcionamento (LEE apud NASCIMENTO, 2018). A vantagem de se introduzir este tipo de obsolescência por parte do fabricante é que esta modalidade viabiliza em um menor tempo o retorno do investimento em pesquisa e desenvolvimento, em decorrência da necessidade de uma nova aquisição prematuramente. Já como desvantagem, há o desafio de manter no consumidor a vontade de continuar utilizando os equipamentos com esta característica.

Assim, observa-se que independentemente do tipo de obsolescência, há uma tendência de diminuição do intervalo de tempo de uso dos equipamentos, tanto pela questão tecnológica, bem como pelo fator logístico ou planejado. A obsolescência dos equipamentos ocorrerá com uma maior velocidade, também por interesse do fabricante, o que, em tese, gerará um maior gasto na utilização e manutenção de um sistema atualizado e eficiente em condições de pleno uso.

### 2.2.3 O CICLO DE VIDA DE EQUIPAMENTOS

O ciclo de vida de sistemas de defesa inclui um amplo espectro de atividades, iniciando desde a identificação da necessidade do equipamento, definição de seus requisitos técnicos, concepção e desenvolvimento do projeto, linha de produção, operação e apoio (logístico), encerrando-se pelo desfazimento do material. Sob o viés econômico, pode-se também dividir as fases em pré-investimento, investimento e pós-investimento, a se estabelecer como investimento o momento em que se realiza a compra ou construção (BRASIL, 2020).

A gestão de obsolescência pode ser realizada em todas as fases do ciclo, excetuando-se obviamente a fase de desfazimento. As duas principais abordagens de gestão, a saber, proativa e reativa, mais comumente aplica-se em fases distintas do ciclo do meio, sendo a proativa desde o início do ciclo de vida até o momento de notificação de descontinuidade (EOL – *end of life notification*<sup>1</sup>) por parte do fabricante e a reativa mais comumente aplicável após este momento. O modo em que essa notificação ocorre e o tempo que se leva para chegar à parte interessada é um dos fatores a serem trabalhados por parte da equipe de gestão de obsolescência.

Sob a abordagem de custos, alguns projetos, como é o caso dos meios aeronáuticos, possuem a característica de serem de longo prazo e custosos, especialmente quando realizados sob encomenda e com características específicas. Neste molde o custo pode se iniciar antes da fase da linha de produção, durante a concepção e desenvolvimento do projeto, momento este em que são incorridos os elevados custos não-recorrentes de engenharia<sup>2</sup>. Estes custos associados aos riscos da fase de desenvolvimento, as dificuldades de fluxo

---

<sup>1</sup> EOL – End of life notification é a notificação feita por parte do fabricante aos operadores com a intenção de alertá-los de possíveis dificuldades logísticas decorrentes da interrupção da cadeia logística estabelecida (SD-22)

<sup>2</sup> São os que possuem natureza única, onde o desembolso é feito apenas uma vez.

financeiro por partes de alguns operadores, somados ao tempo de espera até a entrega do produto fazem com que seja comum o alargamento do ciclo de vida de alguns meios militares.

Segundo Petch e Das apud Nascimento (2018), existem sistemas que possuem custos de manutenção superiores aos do seu desenvolvimento e produção, que são denominados “sistemas dominados por sustentação” – em inglês *sustainment-dominated systems* (SVCE). Esses produtos, normalmente sistemas complexos desenvolvidos para cumprir uma atividade específica, possuem características técnicas, operacionais e comerciais que levam os custos de manutenção serem superiores aos do seu desenvolvimento e produção.

A opção de se manter operando estes sistemas que possuem itens obsoletos, que são normalmente mantidos por poucas empresas especializadas, fazem com que os altos valores e o elevado tempo de espera diminuam a disponibilidade do meio, aumentando o seu custo logístico. Geralmente possuem característica que envolve baixo controle da sua cadeia de suprimentos até elevado custo de redesenho devido à elevação de requisitos de certificações em vigor. Os setores de Defesa e o Aeroespacial possuem essas características, que implica mais peso a uma eficiente gestão de obsolescência dos equipamentos (SINGH, 2004).

Em resumo, o alargamento do ciclo de vida de sistemas, mormente os de Defesa e Aeroespaciais, cria um paradoxo econômico, pois com o passar do tempo a escassez de componentes e sobressalentes tende a aumentar. Se por um lado manter os equipamentos obsoletos em operação é menos custoso do que a troca por outro modelo ou um redesenho e/ou modernização, a manutenção destes meios se torna inevitavelmente mais onerosa e menos eficiente, demonstrada pelo incremento negativo dos índices estatísticos, como o MTBF – *mean time between failure* <sup>3</sup>.

#### 2.4 AS ABORDAGENS PROATIVA E REATIVA – A NECESSIDADE DE NORMATIZAÇÃO

Conforme já mencionado, no âmbito da Gestão da Obsolescência, existem duas grandes categorias de abordagem: proativa e reativa. A primeira se baseia no planejamento de custos e gestão do ciclo de vida. A segunda, tradicionalmente utilizada pelos militares nos

---

<sup>3</sup> MTBF é o acrônimo na língua inglês para o termo tempo médio entre falhas. É um dado de planejamento utilizado por planejadores logísticos a fim de determinar a quantidade de itens mínimos de estoque, dentre outras aplicações.

últimos anos, busca solucionar os problemas quando eles são percebidos (ROJO; SHEBAB, 2009).

Mediante a ideia de uma gestão proativa, uma equipe de gestão de obsolescência deverá ser montada. Os custos da formação desta equipe, incluindo-se, entre outros, os associados aos recursos humanos, estrutura física e capacitação devem ser avaliados quanto à viabilidade econômica, caso contrário a atividade não se justificaria (DSPO, 2022). No espectro dos recursos humanos, observou-se que quando os responsáveis pela gestão de obsolescência dos meios são Gerentes de Manutenção, a abordagem reativa é a mais comumente utilizada, entretanto quando o *designer* do projeto é o responsável, uma tendência ao redesenho do projeto é observada (ROJO; SHEBAB, 2009).

Ainda no campo da abordagem proativa, observa-se que existem dois dificultadores que afetam diretamente qualquer metodologia que se tenta aplicar: a dificuldade da execução do planejamento logístico devido a restrições orçamentárias recorrentes e as prioridades políticas dos mais altos escalões da Instituição. Segundo Meyer et al (2012), a falta de parâmetros firmados para a manutenção das capacidades de uma Força contribui para o desfazimento prematuro de sistemas devido à incapacidade de responder aos requisitos de prontidão operacional e disponibilidade.

O planejamento no aspecto contratual e normativo pode se mostrar eficaz para mitigar esses dificultadores, por meio da elaboração de documentos e planos. Como exemplo, no caso do Reino Unido (UK, 2012) a normatização da necessidade de apresentação de um Plano de Gestão de Obsolescência como um requisito documental prévio a assinatura do contrato entre as partes. O estabelecimento formal de políticas, normas e procedimentos para as práticas a serem adotadas pela organização mostra-se eficiente no sentido de que unifica procedimentos e necessidades burocráticas, minimizando assim possíveis divergências do campo político, também por vezes gerada por falta de continuidade.

No campo da normatização, pode-se buscar na obra de Chiavenato (2003) a hierarquia de objetivos, quando conceitua acerca da teoria da Administração por Objetivos (APO). Neste espectro, os objetivos necessitam ser escalonados em uma ordem gradativa de importância, relevância ou prioridade, separando-os em 3 diferentes níveis: os estratégicos, com características de globalidade e longo prazo; os táticos, que se refere às ligações funcionais com os diversos setores e visa o médio prazo, e por último os operacionais, que são os relacionados a cada tarefa ou atividade, com detalhamento e curto prazo. Dessa forma, ao

serem estabelecidos objetivos em todos os níveis seria possível uma adoção metodológica e clara na busca de uma eficiente gestão afeta à obsolescência.

A abordagem reativa possui vários defensores, que se utilizam de argumentos relacionados ao custo, complexidade e o acesso a capacidades tecnológicas específicas para defenderem os seus pontos de vista (ROJO; SHEBAB, 2009). No campo da tecnologia, por não ter capacidade tecnológica instalada em território nacional, a adoção de uma gestão proativa não seria efetiva para operadores com estas características, pois ficariam dependentes de políticas e dinâmicas além de suas fronteiras (MOREIRA, 2011). No aspecto econômico, caso a obsolescência de um item tenha um baixo impacto nos custos, a estratégia reativa mostra-se aceitável, a depender de uma avaliação de riscos.

Do ponto de vista da complexidade, observa-se que alguns países adotam a estratégia de diversificar suas aquisições de defesa, de modo a não se tornar dependente de uma só fonte. Desta forma o efeito decorrente da *economia de escala*<sup>4</sup> é pormenorizado e uma gestão proativa torna-se complexa e cara (MARKOWSKI apud NASCIMENTO, 2018), podendo-se citar o caso da Aviação Naval Brasileira, que possui meios de origem norte-americana, francesa e inglesa.

Faz-se necessário mencionar o conceito de janela de oportunidade, que diferencia sobremaneira as duas abordagens. Uma desvantagem de se gerir de forma reativa a obsolescência de um meio é a diminuição das possibilidades de resolução que se pode aplicar a um determinado problema. Será visto mais adiante que existem diversas formas, com custos crescentes, para viabilizar uma solução para um item obsoleto. Com o decorrer do tempo, é provável que as resoluções mais caras sejam as únicas disponíveis, tornando a gestão reativa mais cara para o operador, conforme pode ser observado no Figura 2 (Anexo C). (DSPO, 2022).

Em resumo, a hierarquização permite a aplicação de diferentes tipos de abordagem em um mesmo equipamento. Os vários tipos de obsolescência nos permitem entender que a velocidade com que os itens se tornam obsoletos tendem a aumentar com o tempo, e para o caso de sistemas de defesa há o paradoxo entre manter um sistema obsoleto em operação ou realizar um alto investimento para substituí-lo. O ciclo de vida dos sistemas é dividido em fases e a sua compreensão é importante para o entendimento das metodologias mencionadas no capítulo seguinte. Por fim, para as abordagens estabelecidas serem efetivas, faz-se necessária

---

<sup>4</sup> Economias de escala são aquelas em que o aumento na produção resulta em uma queda do custo médio do produto (DICIONÁRIO FINANCEIRO, 2023).

a compreensão e o engajamento de todos os níveis da corporação, com o estabelecimento de objetivos de curto, médio e longo prazo acerca dos problemas gerados pela obsolescência dos meios. Ambas as abordagens, a proativa e a reativa, demonstram capacidade de reduzir os custos e devem ser adotadas de maneira adequada.

Um conceito utilizado pela literatura estadunidense é a sigla DMSMS — *diminishing manufacturing sources and material shortages*, cujo significado remete a dificuldades na cadeia de suprimentos de componentes e peças em geral (DSPO, 2022). A publicação SD-22 – DMSMS possui toda uma metodologia para estabelecer medidas e procedimentos para a gestão do problema, sendo os pontos de interesse apontados no próximo capítulo na tentativa de identificação de boas práticas aplicáveis aos meios da Aviação Naval Brasileira. Da mesma forma, na segunda metade do capítulo serão trazidos os principais pontos da metodologia utilizada no Reino Unido acerca da gestão dos meios de Defesa, de forma a complementar o estudo e trazer um outro ponto de vista.

### **3 A METODOLOGIA DO DOD DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA E DO MoD DO REINO UNIDO**

Neste capítulo abordaremos as metodologias de gestão de obsolescência, aplicáveis aos Departamentos de Defesa dos Estados Unidos da América e do Reino Unido, tendo em vista a relevância dos dois países e os elevados orçamentos de defesa que possuem. A Tabela 1 (Anexo D) relaciona os maiores gastos militares dos países nos anos de 2021 e 2022 e é representativa para evidenciar a relevância destes dois países que são objeto deste estudo.

#### **3.1 GESTÃO DE OBSOLESCÊNCIA NO ÂMBITO DO DOD DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA**

O “*Defense Standardization Program Office*”, subordinado ao DoD, é o órgão responsável pela implementação da metodologia descrita no documento chamado “*SD-22 – Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages: A Guidebook of Best Practices for implementing a Robust DMSMS Management Program*”, que se traduz como um “Guia de boas práticas para a implementação de um robusto programa de gestão de obsolescência”. Uma boa adesão à metodologia proporciona a minimização dos custos financeiros durante o ciclo de vida, problemas com cronograma de entrega na fase de produção e mitiga a degradação do desempenho dos sistemas e meios (DSPO, 2022).

Segundo a metodologia, é considerado inaceitável os problemas relacionados a DMSMS afetarem a disponibilidade do meio. Tal fato é indicação de falha na execução do programa DMSMS, que também pode ser causado por falta de sustentação sistêmica, sob o risco de uma rápida elevação de custos. O compromisso da liderança com a execução das prioridades definidas e a alocação de recursos dedicados a este fim mostra-se importante para o sucesso das atividades de gestão (IBIDEM).

O problema que o conceito DMSMS se propõe a solucionar são todos afetos à falta de disponibilidade de um sistema ou parte dele, seja por falta de disponibilidade de um substituto, de componentes para o seu reparo, falta de sobressalentes, consumíveis ou da falta de pessoal para realizar o reparo. Desta forma, embora não se tratando exclusivamente de problemas de obsolescência, a metodologia é totalmente aplicável, por existir a

similaridade de objetivos, que são: minimizar custos, aumentar a disponibilidade de sistemas e meios e evitar a indisponibilidade do meio por falta de previsibilidade.

Importante pontuar que não se trata de um guia aplicável apenas aos projetos em fase de início de seu desenvolvimento: o raciocínio e ações propostas independem da fase do ciclo de vida que o sistema se encontra e por isso o seu estudo é relevante para o caso da Marinha do Brasil, que por diversas vezes tem adquirido sistemas por meio de compras de oportunidade, isto é, adquirir produtos já desenvolvidos e usados por outros países.

### 3.1.1 A estrutura funcional da metodologia DMSMS

Uma das premissas utilizadas para o estabelecimento de toda a estrutura metodológica é a de que haverá um Escritório de Programas responsável pela gestão do meio ou conjunto de sistemas, que será liderado por um Gerente de Programas. Essa pessoa é a responsável pela execução dos procedimentos descritos. O tamanho da sua equipe, tipos de especialistas e demais necessidades ao nível de recursos humanos irá variar conforme a necessidade e disponibilidade das pessoas, sempre se pautando pela economicidade.

A metodologia é composta por 5 fases realizadas em ordem cronológica, a saber: Preparação, Identificação, Avaliação, Análise e Implementação.

### 3.1.2 Primeira Fase: Preparação

Na etapa de Preparação são estabelecidos os recursos necessários para a implementação da metodologia. Sendo a primeira fase, são estabelecidas as bases para que as demais performem os resultados mais eficazes possíveis. O Gerente deve estabelecer um Plano de Gerenciamento de DMSMS, que conterà, dentre outros itens: Organização e responsabilidades funcionais dos membros do Escritório de Programas, estabelecimento de um Plano de Comunicações entre todos os interessados (Governo, Empresas e membros da própria instituição), e diretrizes operacionais. Todos os planos desenvolvidos devem ser adaptados ou reavaliados, caso as condições sejam alteradas, tais como extensões de ciclo de vida ou alterações contratuais.

Com relação às diretrizes operacionais contidas no Plano, estas devem sempre ser orientadas à coleta de dados e procedimentos que contabilizem o risco do sistema ou meio a

ser monitorado. Algumas perguntas devem ser respondidas durante o estabelecimento das diretrizes operacionais, das quais se destaca: quais sistemas e subsistemas devem ser monitorados? Quando a gestão de obsolescência será efetivamente iniciada? Como estabelecer o monitoramento do risco? É eficaz o monitoramento de todos os subsistemas e componentes de um meio?

A estrutura do plano incluirá também importantes aspectos, dos quais se cita a previsão orçamentária, qualificação do pessoal, processos de contratação e garantia da qualidade. Assim, é possível observar que a fase estabelece uma base de apoio para o Gerente de Obsolescência, incluindo-se um mapeamento inicial do que se quer gerir, como fazê-lo, estabelecido por meio do Plano de Gerenciamento e a alocação inicial de recursos, tanto no aspecto humano como no aspecto financeiro.

### 3.1.3 Segunda Fase: Identificação

Nesta fase, é executada uma triagem dos equipamentos e componentes quanto à categorização do monitoramento e vigilância de sistemas e seus subcomponentes, realizando uma hierarquização adequada dos itens. Os seguintes aspectos são considerados: segurança, criticalidade para o cumprimento da missão, impacto financeiro, histórico problemático de itens compatíveis, fase do ciclo de vida, disponibilidade de dados técnicos e vulnerabilidade da cadeia de suporte logístico (DSPO-22).

Devido à importância das informações contidas nesta fase, uma explicação mais detalhada está inserida no Anexo E. Em resumo, a etapa de identificação de componentes e equipamentos que devem ser monitorados quanto à sua obsolescência é uma tarefa de grande monta. Devido à grande variedade de características dos itens, não é possível delinear de maneira rígida as atividades a serem realizadas. O guia apresenta diversas abordagens que podem ser utilizadas na busca da identificação e classificação do problema e cabe aos gestores a utilização da ferramenta mais adequada. Uma boa comunicação com todos os stakeholders<sup>5</sup> mostra-se de suma importância para a viabilidade da gestão, visando o entendimento da real situação da linha de produção e reparo do componente de interesse. A utilização de informações de ferramentas preditivas, banco de dados de órgãos governamentais e pesquisa

---

<sup>5</sup> São as partes que possuem interesses e podem influir no processo de decisão.

junto aos fabricantes é parte importante do caminho a ser percorrido nesta fase, quando disponível.

#### 3.1.4 Terceira Fase: Avaliação

O que se busca nesta fase é levantar questionamentos e dados de cada problema encontrado visando encontrar a melhor forma de gerenciá-los. É necessária uma intervenção imediata? Qual deverá ser atendida prioritariamente? Apenas o componente deverá ser substituído ou o sistema todo deverá ser avaliado?

Três impactos devem ser considerados, a saber: custos estimados na solução, atrasos em cronogramas (normalmente quando o sistema está em fase de produção e/ou desenvolvimento) e degradação do desempenho, tanto em termos de disponibilidade bem como na capacidade operacional.

A avaliação é uma fase em que de fato os itens anteriormente classificados como “a serem monitorados” são avaliados e hierarquizados, a depender de suas características intrínsecas. Intenciona-se nesta parte a aplicação do melhor tratamento para cada problema em particular, evitando a elevação desnecessária do custo de operação, seja por medida precipitada, bem como por não o ter gerenciado no momento adequado. O Anexo F possui informações da fase de avaliação.

#### 3.1.5 Quarta Fase: Análise

De posse de informações mais elaboradas para cada problema, nesta fase é explicado como proceder para que se encontre a melhor opção para a resolução do problema, tanto em aspectos temporais bem como financeiros. Nas subfases em que é dividida, é feita uma descrição de como estimar os custos para a implementação da solução, identificar e definir as opções e determinar a melhor dentre as disponíveis.

Ao abordar os custos, menciona-se, entre outros: não-recorrentes de engenharia, aquisição de desenhos técnicos, certificação, alterações de software, ensaios e testes, ferramental, equipamentos de teste, sobressalentes, treinamento e manuais técnicos. A solução a ser implementada pode ser dividida em três tipos: logística, na qual se busca

reestabelecer a cadeia logística; a que se baseia no material já existente, na qual se aspira mapear o estoque existente e realizar a sua aquisição; e a substituição ou redesenho.

A opção pela substituição ou redesenho, embora possa parecer mais custosa, por vezes se mostra a melhor opção, conforme pode ser observado a seguir. Ao atribuímos cor vermelha para os itens que não terão disponibilidade em uma linha temporal, cor amarela para itens abaixo do estoque operacional<sup>6</sup> e cor verde para boa disponibilidade, visualmente é possível perceber que vários elementos que compõem um sistema possuem pontos críticos a serem solucionados em momentos próximos, o que pode indicar um bom momento para um redesenho sistêmico.

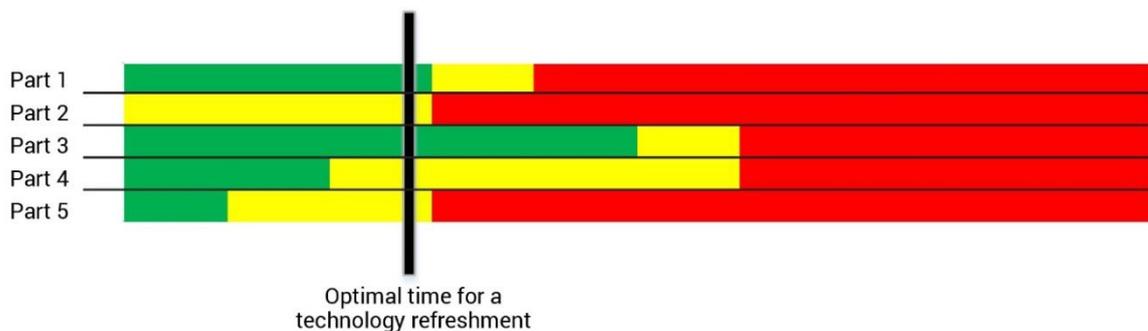


Gráfico 1: Análise gráfica do Health assessment. Fonte: SD-22.

O documento também faz menção à possibilidade de solução por atores externos ao escritório de gerenciamento: possivelmente outros operadores ou setores, inclusive governamentais, podem já ter implementado uma solução para o problema.

Assim, a fase de análise possibilita uma visualização adequada das possibilidades e dos recursos que o gestor possui, visando evitar serem deixadas brechas para a tomada de decisão. Esta análise permite ao decisor a certeza de que o assunto foi adequadamente avaliado e analisado, seguindo uma metodologia que visa o princípio da economicidade na aplicação dos escassos recursos.

<sup>6</sup> Formado por peças sobressalentes ou componentes, lubrificantes ou quaisquer materiais destinados à manutenção, reparos ou substituições, a fim de evitar possíveis interrupções na produção por quebra ou defeito dos equipamentos (SEVERO FILHO, 2006).

### 3.1.6 Quinta Fase: Implementação

Nesta última fase, três processos são desenvolvidos: programação e previsão orçamentária, integração da solução com outras tarefas (tais como modernização) e a efetiva implementação. A integração da solução com outra tarefa tem como maior benefício a inserção de seu custo em outra previsão orçamentária, talvez com maior apelo na própria instituição. Assim, por vezes parte dos custos associados a uma solução pode estar inserida em alguma outra ação já planejada, como, por exemplo, evitar custos com a readequação de um sistema de geração de energia por ocasião da substituição do radar de uma aeronave que já possui uma modernização planejada. Desta forma, a viabilidade financeira pode ser atingida mais rapidamente.

A concretização de todo o processo, ou seja, a efetiva implementação, envolve algumas atividades por parte da equipe de gerenciamento, das quais se destaca: certificar-se que todos os *stakeholders* estejam cientes dos seus papéis e responsabilidades; verificar e coordenar todos os passos no âmbito técnico, tais como aprovações, certificações e homologações; monitoramento de todo o processo, efetuando gestões em caso de atraso cronológico no delineamento traçado, e certificar-se que o BOM (*bill of materials*)<sup>7</sup> tenha sido atualizado, assim como os demais documentos e processos baseados em seu conteúdo.

Assim sendo, por se tratar de múltiplas alterações no projeto, que envolvem desde aquelas decorrentes de processos de monitoramento até atualização de documentos e desenhos técnicos (incluindo-se o BOM) observa-se a recomendação para que o processo continue a ser monitorado e gerido até o seu efetivo término. O principal benefício financeiro desta fase seria atingido com o envolvimento de uma maior quantidade de operadores interessados, o que pode gerar um efeito de escala, além da própria economia de tempo das equipes envolvidas.

### 3.1.7 Considerações Finais Acerca do Guia SD-22 – DMSMS

A longa extensão do documento e detalhamento minucioso dos processos e conceitos apresentados demonstram a importância da gestão dos problemas associados à

---

<sup>7</sup> É a lista dos itens utilizados na fabricação de um equipamento, incluindo-se a quantidade por unidade.

obsolescência para o Estado que mais investe na área de Defesa globalmente. O processo de inicia com a preparação para a tarefa, quando ocorre a atribuição de recursos humanos e financeiros para que os materiais possam ser identificados e categorizados. Em seguida é realizado o estudo da forma mais eficiente de solução, com o levantamento de dados e possibilidades de solução, incluindo-se a junção com demais ocorrências (modernizações programadas e manutenções corretivas) afetas ao ciclo de vida e termina com o monitoramento da efetiva implementação da solução adotada.

Além do detalhamento do conteúdo das cinco fases, o documento possui quinze apêndices que detalham ainda mais alguns conceitos e servem como um passo a passo para a elaboração de planos e maior detalhamento de conceitos mencionados.

Devido à quantidade de sistemas e equipamentos utilizados por aquele país, a adoção da abordagem proativa é mandatória no âmbito do DOD, ao menos que esta seja economicamente inviável. Os impactos causados pela indisponibilidade de meios militares de um país que se encontra envolvido em crises ou conflito armado podem ter um elevado impacto na Segurança Nacional, tornando crucial o gerenciamento de obsolescência dos componentes que fazem parte do seu arsenal.

### 3.2 A GESTÃO DA OBSOLESCÊNCIA NO ÂMBITO DO MoD DO REINO UNIDO

A Gestão de Obsolescência no âmbito do Ministério de Defesa do Reino Unido é descrita na *“Part 8.13 – Obsolescence Management”* do documento *“JSP 886 – The Defense Logistics Support Chain Manual”*. A publicação é composta de sete capítulos, que elencam aspectos da política para a obsolescência, a categorização do ciclo de vida dos meios, estratégia a ser adotada e prevenção de custos.

Segundo este manual, a definição do objetivo da gestão de obsolescência é a seguinte:

Assegurar que a obsolescência é gerenciada como uma parte integrante da definição do design, desenvolvimento, produção e suporte em serviço de modo a minimizar o custo financeiro e a degradação da disponibilidade durante todo o ciclo de vida do meio. (TRADUÇÃO NOSSA, JSP 886, p. 4<sup>8</sup>).

---

<sup>8</sup> Do original: *“The objective of OM is to ensure that obsolescence is managed as an integral part of design, development, production and in-service support in order to minimize the financial and availability impact throughout the product life cycle”*.

Desta forma, observa-se que a obsolescência é algo a ser estudado desde a concepção do meio até o término do seu uso, visando a economia financeira e minimizando o impacto da sua ocorrência.

### 3.2.1 Política de Gestão de Obsolescência no Âmbito do MoD do Reino Unido

Os procedimentos descritos devem ser aplicados a todos os projetos gerenciados por aquele Ministério. Todo o conteúdo da Política deve minimizar as degradações das capacidades operacionais, incluindo-se o tempo em que este fica indisponível. Inclui-se nesta política a minimização de prejuízos financeiros por meio de uma abordagem proativa, quando viável economicamente.

A adoção de uma abordagem proativa é mandatória e deve ser aplicada o mais cedo possível, com vistas a evitar prejuízos financeiros e permitir uma janela maior de opções, a menos que comprovadamente não tenha viabilidade econômica. O processo proativo utiliza uma análise de risco baseada na norma IEC 62402:2007, utilizando-se o método do tripé da Probabilidade, Impacto e Custo. Ao analisar um determinado item, estes serão categorizados como de alto, médio e baixo risco. A abordagem reativa será aplicada aos que possuem baixo risco; uma abordagem proativa será utilizada para os classificados como de alto e médio risco. Uma reanálise nos mesmos moldes deverá ser realizada pelo menos a cada dois anos, a depender do julgamento da equipe gerencial.

Cabe observar que um mesmo sistema pode possuir equipamentos ou componentes cuja abordagem poderá ser proativa ou reativa. Além disso, as alterações nas capacidades requeridas, evoluções das ameaças percebidas e os avanços tecnológicos fazem com que a abordagem deva ser reavaliada assim que algum fato novo surgir.

A metodologia apontada possibilita a inserção de requisitos e necessidades da gestão de obsolescência durante todo o ciclo de vida do meio, no início de cada etapa do ciclo *CADMID*<sup>9</sup>. Assim, o contratado deverá cumprir com os requisitos inseridos pela equipe responsável pela gestão do meio, o que possibilita também que seja comprovado que a equipe

---

<sup>9</sup> É o acrônimo para as etapas do ciclo de vida de equipamentos assim referenciadas pelo Ministério da Defesa do Reino Unido. As letras referem-se a “*Concept*”, “*Assessment*”, “*Demonstration*”, “*Manufacture*”, “*In-service*” e “*Disposal*”.

de gestão de obsolescência está executando as funções a ela atribuída. A Figura 3 (Anexo G) ilustra o ciclo CADMID e os pontos de entrada dos requisitos.

A previsão contratual da gestão de obsolescência é uma das possibilidades apontadas pelo método e que poderia ser inserida em cada fase do ciclo CADMID. Outra opção, menos custosa, seria a contratação da empresa para a emissão de soluções para itens já obsoletos. O Gestor do Programa permanece como responsável e deverá estabelecer uma rotina de reuniões e checagens de modo a certificar-se da capacidade do contratado para realizar a gestão.

### 3.2.2 ESTRATÉGIA PARA A GESTÃO DE OBSOLESCÊNCIA NO MOD DO REINO UNIDO

Ao conceber que a obsolescência é um fenômeno que irá ocorrer e que possui custos de solução crescentes ao decorrer do tempo, a sua gestão deverá ser feita o mais cedo possível. Dessa forma deverá haver no planejamento de custos do projeto ao longo do ciclo de vida a alocação de recursos humanos e financeiros para combater este problema.

Na fase de concepção e avaliação do projeto, o Gestor de obsolescência deverá, principalmente, focar esforços para conseguir dados dos equipamentos mais significativos, definir aspectos contratuais, determinar o tipo da abordagem (se proativa ou reativa), validar o plano de obsolescência, garantir que a obsolescência está presente nas decisões na fase de design, obter uma lista de componentes e efetuar o carregamento desta lista em uma ferramenta preditiva disponibilizada pelo Ministério da Defesa.

Durante as fases de demonstração, produção e operação, o Gestor deverá se atualizar constantemente quanto ao status dos itens sob sua responsabilidade, investigar e priorizar os itens que a ferramenta preditiva apontou como potencial problema, garantir que a solução mais econômica será a adotada, efetuar gestões para que as soluções não conflitem com modernizações já previstas para o sistema, garantir que o contratado realize uma nova análise a cada dois anos e finalmente efetuar o registro de suas ações.

### 3.2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANO DE GESTÃO DE OBSOLESCÊNCIA

O plano possui duas vertentes, as quais podem ser consideradas complementares: minimizar os esforços para setores cujo problema não foi identificado ou que não seja um

item crítico (abordagem reativa) e concentrar esforços para as áreas que possuem maior chance de ocorrência de problemas (abordagem proativa).

Quando os custos envolvidos na gestão não se justificam, a abordagem reativa é a sugerida pelo método. Adicionalmente, existem componentes e equipamentos que possuem soluções disponíveis e baixo custo, assim o enfrentamento do problema após uma dificuldade de compra não se torna um problema de alto impacto.

A adoção desta abordagem não implica obrigatoriamente na garantia de uma opção futura de resolução para o problema. No mesmo sentido, a adoção desta postura não implica que o gestor está ignorando o problema. O devido registro da racionalidade envolvida deverá ser feito de modo a se manter um histórico da evolução do cenário.

Desta forma, a abordagem reativa é uma opção a ser aplicada pelo Gestor. O processo racional envolvido fundamentado pelo devido registro da análise de risco e da consequente categorização do equipamento, deve ser realizado de modo a justificar as atitudes do gestor do projeto. A aceitabilidade de uma abordagem menos trabalhosa é justificada e aconselhada de modo a evitar gastos desnecessários.

Existem várias escalas de abordagens proativas, devendo ser aplicada a metodologia com o devido ajustamento do esforço empregado. As seguintes ações podem ser realizadas, individualmente ou de forma combinada, de modo a mitigar o problema: considerações na fase de *design*, monitoramento da obsolescência, modernização planejada de componentes e compras de sobressalentes que visam antecipar uma possível descontinuação da cadeia logística.

Na prática, como resoluções a serem aplicadas, a publicação define as seguintes: análise do estoque existente, canibalização, componente alternativo, aquisição via fornecedor que não o fabricante, emulação, alteração de projeto de pequena monta, alteração de grande monta e compra de sobressalentes para todo o ciclo de vida ou "*last time buy*<sup>10</sup>". A Figura 4 (Anexo H) é um fluxograma que auxilia na visualização do processo.

---

<sup>10</sup> É a compra que se faz resultante de um aviso de descontinuidade. A quantidade de itens comprados pode ser baseada até a data de descontinuidade do sistema ou data de redesenho (JSP 886, 2019).

### 3.2.4 ASPECTOS ACERCA DAS RESOLUÇÕES

Uma boa resolução é uma resolução que seja a mais eficiente e a que realmente seja implementada. Um bom plano de resolução deve conter especificado o responsável pela identificação de problemas, para quem o problema deve ser reportado e em quanto tempo, quem realizará a avaliação do impacto, quem identificará as resoluções possíveis e quem determinará a solução a ser empregada.

Quanto aos aspectos de custos envolvidos, há uma tendência de crescimento dos valores a serem empenhados quando há o envolvimento de custos não-recorrentes de engenharia. Uma janela temporal de solução permitirá a adoção da opção mais econômica para o sistema a ser solucionado, evitando-se os custos não-recorrentes mencionados. A Figura 5 (Anexo I) demonstra a evolução de custos mencionada para cada tipo de solução possível.

### 3.2.5 CÁLCULO DO CUSTO EVITADO

A Gerência do Projeto deve realizar cálculos que demonstrem que os valores empregados na gestão dos problemas afetos à obsolescência sejam menores ao que seria gasto com uma implementação tardia de uma solução. Dessa forma, o investimento nesta atividade é justificado de maneira contínua e transparente. O Anexo J detalha os aspectos mais importantes do método de cálculo sugerido.

### 3.2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE A METODOLOGIA DO MoD DO REINO UNIDO

A adoção da gestão de obsolescência de forma mandatória por meio de normas, desde a concepção do sistema, permite uma ampla janela de opções, possibilitando ao decisor a escolha da solução mais econômica. A imposição de cláusulas contratuais da gestão de obsolescência como requisito para a celebração de acordo contratual torna essencial para o gestor do programa e o fabricante executarem esta atividade, de modo a ser evitado um problema de grande monta financeira.

A economicidade é mencionada muitas vezes no conteúdo textual da norma, deixando a certeza de que a abordagem proativa nem sempre deve ser adotada. A categorização dos

itens por meio da análise do tripé Probabilidade, Impacto e Custo permite direcionar os olhos do gestor para o problema com maior potencial econômico. A utilização de pontos de verificação em cada fase do ciclo de vida CADMID permite ao gestor que os aspectos relacionados à obsolescência possam ser revisitados, de modo a não se perder de vista as ações de gestão, além de permitir o registro das atividades.

É possível observar semelhanças entre as duas metodologias mencionadas neste capítulo. O caráter normativo de ambas impõe obrigações para os gestores de sistemas e equipamentos, minimizando uma possível desatenção ao problema da obsolescência. A abordagem proativa é sempre incentivada, desde que observado o princípio da economicidade. A abordagem reativa não é aceita como uma solução para o problema, mas como uma forma de administrar recursos humanos e financeiros de forma racional. Por fim, a metodologia pode ser aplicada em todos os níveis de hierarquização de componentes, em todas as fases do ciclo de vida do sistema, o que a torna aplicáveis para sistemas adquiridos por compras de oportunidade.

No próximo capítulo serão mencionadas as principais referências normativas no âmbito da manutenção para os meios da Marinha do Brasil, a estrutura logística de suporte à operação das aeronaves AF-1 Skyhawk no âmbito da MB e os principais aspectos do Programa de Modernização, que foi aplicado como uma resolução para os problemas gerados pela obsolescência dos equipamentos embarcados na aeronave.

## **4 ASPECTOS NORMATIVOS E ESTRUTURAIS RELACIONADOS À OBSOLESCÊNCIA. A MODERNIZAÇÃO DAS AERONAVES AF-1**

Neste capítulo serão abordados os aspectos normativos do fenômeno da obsolescência, aplicáveis à gestão das aeronaves AF-1. Adicionalmente será mencionada a estrutura de apoio logístico existente que suporta a operação destes meios e, por fim, os principais aspectos do Programa de Modernização que foi aplicado ao inventário da MB.

### **4.1 PESQUISA NAS PUBLICAÇÕES NORMATIVAS APLICÁVEIS À AERONAVE AF-1**

Para um completo entendimento das ações empreendidas, faz-se necessário abordar o arcabouço normativo aplicável aos meios da Aviação Naval Brasileira. Para tal, será percorrido inicialmente o previsto nas normas de alto nível, que orientam as ações dos gestores dos meios. Em seguida serão mencionadas as normas da MB que se inicia no mais alto escalão até o nível do executor da manutenção.

No nível do Ministério da Defesa, foram pesquisadas duas publicações, a MD-40-M-01 – Manual de Boas Práticas para a Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa e o MD-42-M-02 – Doutrina de Logística Militar.

O Manual de Boas práticas estabelece que a implantação das melhores práticas de gestão apresentadas possibilitará, dentre outras citadas: “XII – Assegurar que durante a concepção do projeto sejam levantadas as possibilidades de obsolescência do SD a ser produzido, de forma a verificar ações mitigadoras.” (BRASIL, 2020).

Neste contexto, menciona a existência do Princípio da Gestão, que prevê “o estabelecimento de uma equipe de projeto organizacional multidisciplinar para facilitar o cumprimento dos objetivos de desempenho, custo e risco desde a concepção até o desfazimento” (BRASIL, 2020). Além disso, prevê a apresentação ou revisão do plano de Gestão de Obsolescência no início das fases do ciclo de vida, porém sem um detalhamento sobre “como fazer”, fazendo menção apenas à norma IEC 62402 – Obsolescence Management – Application Guide. O glossário do manual resume obsolescência à “condição que ocorre a um produto ou serviço que deixa de ser útil, mesmo estando em perfeito estado de funcionamento, devido ao surgimento de um produto tecnologicamente mais avançado”(IBIDEM).

Observa-se que o manual não atrela a obsolescência à quebra da cadeia logística, assim como não prevê especificidades da gestão de obsolescência. Entretanto, há a previsão do estabelecimento de uma equipe de programa que cuidará a eficiência econômica do meio, bem como da atualização do Plano de Obsolescência em cada fase do ciclo de vida. Em resumo, não há menção do “como fazer” para os equipamentos com dificuldades na cadeia logística.

A publicação MD 42-M-02 – Doutrina de Logística Militar, também do Ministério da Defesa, não possui o problema da obsolescência mencionado em seu conteúdo, apesar de se tratar de uma publicação de caráter doutrinário.

No mais alto nível da MB, o Estado-Maior da Armada possui duas publicações que versam sobre a logística: a publicação EMA-400 Manual de Logística da Marinha e o EMA-420 Manual para Logística de Material. Esta última possui o propósito de “divulgar normas e diretrizes básicas aplicáveis: ao processo de obtenção, modernização e manutenção de meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais; à obtenção de embarcações de apoio; à exportação de material e serviços de emprego militar-naval; e à elaboração de Planos Piloto” (BRASIL, 2002).

Observa-se que o manual EMA-420 prevê a avaliação de obsolescência dos sistemas de um meio adquirido por compra de oportunidade, entretanto não menciona como fazer a avaliação ou um guia a ser seguido.

A Diretoria Geral de Material da Marinha apresenta na norma DGMM-0130 Manual do Apoio Logístico Integrado procedimentos e métodos “com a finalidade de planejar, coordenar e implementar as ações necessárias para garantir o apoio à operação e manutenção do sistema ao longo da vida útil” (BRASIL, 2013).

O PALI — Plano de Apoio Logístico Integrado é o documento resultante da compilação dos procedimentos e métodos apontados. Sua composição contempla planos componentes, dentre eles: o Plano de Treinamento, o de Manutenção e o de Apoio de Suprimentos. A Obsolescência é citada na publicação em duas partes: a primeira, quando é feita uma breve conceituação do problema, e a segunda, quando menciona pontualmente as compras de oportunidade, sugerindo que um grupo avaliador levante dados da condição de operação e obsolescência do sistema que se cogita adquirir. Desta forma, não há procedimentos estabelecidos acerca do problema da obsolescência, apenas menções superficiais a respeito.

Subordinada à Diretoria Geral de Material, a DAerM – Diretoria de Aeronáutica da Marinha tem como propósito realizar as atividades normativas, técnicas e gerenciais relacionadas com a Aviação Naval, cabendo ao Departamento de Gestão de Ciclo de Vida e Apoio Logístico Integrado, especificamente: “V — supervisionar e assessorar tecnicamente às OM, no que diz respeito às atividades logísticas relacionadas aos meios aéreos, ao seu apoio logístico integrado e à gestão do seu ciclo de vida” (BRASIL, 2019). Apesar da previsão de assessoramento e supervisão, não há nas publicações emitidas pela DAerM menção sobre o problema da obsolescência.

No Setor Operativo, compete ao Comando da Força Aeronaval supervisionar a manutenção de 2º, 3º e 4º escalões no país e de 4º escalão no exterior das aeronaves, dos equipamentos e nos sistemas pertencentes às OMs de aviação da MB. As publicações deste Comando afetas ao material aeronáutico não contêm procedimentos sobre a gestão de obsolescência dos meios aeronáuticos.

Subordinada ao Comando da Força Aeronaval, o GAerNavMan – Grupo Aéreo Naval de Manutenção tem como missão executar a manutenção de 2º, 3º e 4º escalões no país, nos equipamentos e nos sistemas pertencentes às OMs de aviação da MB. Da mesma forma das anteriores, não há menção à gestão de obsolescência.

Sendo assim, foram pesquisadas publicações emitidas pelo mais alto escalão organizacional do Governo Brasileiro para assuntos afetas ao setor militar, o Ministério da Defesa, até as emitidas pelas organizações que realizam a manutenção de 2º, 3º e 4º escalões, de modo a buscar previsões normativas que versam sobre o tema. Observa-se que, quando o tema é citado, as questões afetas ao processo de resolução para os problemas relacionados à cadeia logística dos sistemas adquiridos não são mencionados. Em consequência da falta de normatização do tema, não há um responsável que gerencie o problema da obsolescência.

#### 4.2 ESTRUTURA LOGÍSTICA DE SUPORTE ÀS AERONAVES AF-1 NA MB

O entendimento da estrutura logística que suporta o meio na MB é importante pois é possível verificar como a manutenção se divide em escalões e como é feita a função logística suprimento, para o caso das aeronaves AF-1.

No âmbito do Esquadrão VF-1 é prevista a realização de somente a manutenção de 1º escalão, na qual são realizadas as intervenções no nível de linha de voo, que são aquelas que

envolvem substituição simples de componentes expostos ao desgaste, tais como pneus e pastilhas de freios e reabastecimento de níveis de óleo hidráulico e lubrificante. Além disso, rotinas de manutenção de curta duração, mais especificamente as afetas à inspeção visual e combate anti-corrosivo também são geridas pelo Departamento de Manutenção daquela Unidade Aérea.

A Divisão de Material do Esquadrão é responsável pela apresentação de necessidades de suprimento para todos os níveis de manutenção, desde a aquisição de sobressalentes, quanto ao envio de itens para reparo nos demais escalões, em coordenação com a Subseção de Aeronaves de Asa Fixa da Logística do Comando da Força Aeronaval. Dessa forma, o GAerNavMan não realiza a obtenção dos sobressalentes necessários aos reparos dos equipamentos sob sua responsabilidade.

O GAerNavMan foi criado no ano de 2020, e tem por missão realizar as manutenções de 2º, 3º e 4º Escalões dos meios aéreos da MB. Cada meio aéreo possui um Gerente de Projeto, o que para o caso das aeronaves AF-1 existe o “Gerente do Projeto VF-1”. Funcionalmente, o Gerente do Projeto é subordinado ao Chefe do Departamento de Projetos, que assessora o Comandante da Unidade nos aspectos relacionados às aeronaves efetivamente sob sua tutela. Cabe mencionar que o Gerente do Projeto não possui a atribuição normativa de efetuar a Gestão de Obsolescência, afeta à cadeia logística do meio pelo qual é responsável. A Gerência do Projeto VF-1 é composta por um oficial e uma praça especialista em aviação, que normalmente não possuem formação profissional na área de logística.

No Comando da Força Aeronaval, a Subseção de Aeronaves de Asa Fixa efetivamente operacionaliza a obtenção dos itens em necessidade, além de gerenciar e fiscalizar os contratos em vigor afetos à aeronave AF-1. Sua principal atividade é gerenciar os recursos orçamentários destinados à manutenção das aeronaves. É composta por um Oficial e um Praça com expertise na área logística.

A DAerM possui um gerente de aeronaves para cada modelo operado pela Aviação Naval. Esta função está diretamente relacionada à assessoria técnica aos assuntos afetos ao modelo da aeronave, realizando coordenações entre os demais departamentos daquela Diretoria. Dentre as demais atribuições, a que mais se aproximaria do aspecto da obsolescência seria a de “XIII — Coordenar a preparação e gerenciar a execução dos contratos de manutenção das aeronaves sob sua responsabilidade, bem como serviços de suporte

logístico e de treinamento a eles associados” (BRASIL, 2023). Observa-se que uma possível atuação ocorreria no âmbito contratual, já que administrativamente a função não é subordinada ao Setor Operativo, que efetivamente realiza as ações de manutenção nos meios.

Nota-se, portanto, que não há nenhuma função administrativa na qual se executa a gestão de obsolescência, o que indica que os problemas afetos à descontinuidade da cadeia logística são abordados de forma reativa.

#### 4.3 O PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DAS AERONAVES AF-1

Neste subcapítulo serão abordadas as características do equipamento objeto deste estudo e as dificuldades enfrentadas pelo Programa de Modernização, de modo a se compreender a complexidade da gestão de um meio com características específicas como as aeronaves AF-1.

##### 4.3.1 Desafios logísticos no início das operações das aeronaves AF-1 na MB

As aeronaves AF-1 Skyhawk foram adquiridas da Força Aérea do Kuwait, em 30 de abril de 1998, que levou à criação do 1º Esquadrão de Aviões de Interceptação e Ataque (Esquadrão VF-1), subordinado ao Comando da Força Aeronaval (ROBERTO, 2023).

As aeronaves foram adquiridas no estado em que se encontravam e em curto espaço de tempo, após serem retiradas de serviço pela FAK, o que incluía um pacote relevante de sobressalentes em estoque. Por já estarem na fase do ciclo de vida “Operação”, obviamente nenhuma medida mitigadora de obsolescência anterior foi realizada por parte da MB.

Vale mencionar que embora as aeronaves AF-1 possuam estrutura física robustecida desenvolvida para o ambiente naval, os seus equipamentos embarcados não necessariamente atendiam a esse requisito, já que o projeto original possuía como cliente uma Força Aérea, que opera a partir de aeródromos em terra. Anteriormente à sua aquisição, o modelo desenvolvido especificamente para a FAK — Força Aérea Kuwaitiana também possuía dificuldades em serviço<sup>11</sup>, notadamente as relacionadas ao sistema de piloto automático e

---

11 A publicação DCA 800-2, da Força Aérea Brasileira define dificuldade em serviço “como todo e qualquer evento com potencial de diminuir o nível de segurança na operação ou da capacidade de execução da missão dos produtos aeronáuticos e de defesa de emprego aeronáutico, tais como acidentes, incidentes, erros em procedimentos e documentos de operação e manutenção, falhas, mau funcionamento e defeitos”.

alguns sistemas aviônicos. Em que pese a relevância do pacote de sobressalentes adquiridos, nem todos os sistemas possuíam itens de reposição (NOZIGLIA, 2019).

Ao todo foram adquiridas 23 aeronaves, 20 do modelo de um assento e 3 unidades de dois assentos (ROBERTO, 2023). Esta menção se torna relevante não somente pelo quantitativo de aeronaves envolvidos, mas sim pelo fato que existem componentes que são aplicáveis apenas ao modelo biposto, o que é um dificultador do ponto de vista logístico.

A criação do Esquadrão VF-1 deu início à 4ª Fase da Aviação Naval Brasileira<sup>12</sup>, marcado pelo retorno da operação de aeronaves de asa fixa. Foi formado por militares oriundos dos esquadrões de aeronaves de asas rotativas, sediados no Complexo Aeronaval. Assim, vários aspectos relacionados à manutenção de seus equipamentos eram desconhecidos dos mecânicos que compunham o Esquadrão, especialmente por se tratar de aeronave de asa fixa com a peculiaridade de realizar pouso em Navios Aeródromo. Em que pese a aeronave ter sido projetada como aeronave embarcada, que pressupõe reforço estrutural de célula e trem de pouso, seus equipamentos não necessariamente estavam em condições de suportar esse tipo de operação, tanto na decolagem (catapultagem, quando a aeronave é subitamente acelerada) bem como por ocasião do pouso embarcado (recolhimento, que ocorre por meio de enganche). Em resumo, o meio está sujeito a fortes e agressivos movimentos de aceleração e desaceleração.

Essa dificuldade inicial relacionada aos recursos humanos foi superada também mediante a contratação da empresa Kay and Associates, Inc (KAI), com sede nos EUA e especializada em suporte logístico na área militar, cuja composição era majoritariamente de ex-militares da Marinha Norte-Americana com expertise na operação do modelo.

Quanto à qualificação dos recursos humanos, o Programa FMS <sup>13</sup> forneceu auxílio de qualificação técnica para o pessoal na Marinha, principalmente quanto à gestão em operação dos motores da aeronave. Nota-se que no aspecto da qualificação de pessoal, esta opção também pode ser realizada no gerenciamento da obsolescência. A DAU – Defense Acquisition University, sediada nos EUA, é acessível por meio deste Programa e fornece diversos treinamentos à distância para operadores de gestão logística que podem ser realizados pelo

---

<sup>12</sup> A MB divide a evolução histórica da Aviação Naval em 5 fases, sendo a 4ª fase intitulada “Início das Operações do Aeronaves de Asa Fixa.

<sup>13</sup> O Programa FMS significa *Foreign Military Sales* é um programa de assistência militar por meio do qual o Governo dos EUA celebra acordos com países aliados, nos quais incluem-se a venda de equipamentos militares e treinamento de pessoal, dentre outros. (DSCA, 2023)

pessoal da MB, inclusive na qualificação detalhada para a execução das fases da metodologia estadunidense.

Quanto aos aspectos relacionados ao estabelecimento da cadeia de suprimentos, ocorreram inúmeras dificuldades. Os itens operados hidráulicamente foram mantidos por pessoal especialista da BAENSPA — Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia, OM que realizava a manutenção de escalões superiores, cujo Departamento de Manutenção deu origem ao atual Grupo Aéreo Naval de Manutenção. Os principais desafios neste aspecto são o acesso aos manuais técnicos dos equipamentos no escalão necessário e a qualificação ao pessoal executor.

A manutenção e treinamento afetos aos motores foram supridos pelo Programa FMS, que mantinha um programa de acompanhamento dos motores Pratt & Whitney J52 P408 chamado CIP<sup>14</sup>. Essas alterações visavam a identificação de possíveis problemas com os motores em linha identificados por meio de manutenção preditiva, ao analisar a quantidade e a tendência de detritos provenientes do desgaste interno dos motores. O principal entrave para a manutenção de 2º, 3º e 4º escalões é a necessidade do teste de vibração, realizada em bancada de testes após a intervenção do mecânico. Esta bancada não foi adquirida juntamente com a aquisição das aeronaves e levou à necessidade de envio dos motores para órgãos reparadores externos a MB.

Os sistemas e equipamentos eletrônicos possuíam obsolescência logística elevada, o que dificultou a manutenção de vários sistemas, como o HUD<sup>15</sup>, o WDNS<sup>16</sup> e o radar, que dentre outras funções proviam ao piloto informações de emprego de armamento e navegação inercial. Os componentes do sistema de geração de energia começavam a ser substituídos mais frequentemente, indicando uma queda na sua confiabilidade. Em meio às dificuldades citadas, por vezes os problemas foram solucionados por intermédio de canibalização<sup>17</sup>, uma forma de ganhar tempo na busca de uma resolução para o problema logístico.

---

14 CIP é o acrônimo para Continuous Improvement Program, metodologia adotada pelas Forças Armadas Estadunidenses para manter o acompanhamento de equipamentos críticos e garantir a segurança na sua operação. Esse acompanhamento centraliza dados estatísticos de todos os operadores do modelo do equipamento, incorporando diretivas técnicas que propiciam alterações no projeto, além de assessoria técnica.

15 Heads-up display (HUD) é um equipamento posicionado no campo de visão do piloto que disponibiliza informações operacionais.

16 Weapons Delivery and Navigation System (WDNS) é um equipamento que realiza o cálculo balístico e de navegação inercial para a disponibilização ao piloto.

17 Canibalização é a retirada dos itens de um equipamento para serem utilizados no outro equipamento igual a fim de disponibilizar o mesmo para a sua operação.

A conjunção de vários componentes apresentando problemas na sua cadeia logística e baixa confiabilidade, como no caso do sistema de geração de energia, indicava que a melhor solução para a continuidade das operações aéreas com uma aeronave operacionalmente útil no cenário de guerra naval era de redesenho da sua arquitetura elétrica e aviônica. Grandes redesenhos, principalmente na área aviônica em que ocorre grande demanda elétrica, faz com que uma mudança não ocorreria sem a outra, ou seja, a alteração nos sistemas aviônicos embarcados levou à necessidade de alteração na demanda elétrica disponível mesmo que essas estivessem operando perfeitamente, o que não era o caso. Devido às características físicas de uma aeronave à reação, principalmente pela restrição de espaço físico, alguns equipamentos por completo tiveram que ser desenvolvidos especialmente para o Programa AF-1, tais como o Conversor de Energia AC-DC.

Observa-se, portanto, que ocorreram inúmeras dificuldades logísticas, em todos os níveis, em prol da manutenção das aeronaves em vista de torná-las aptas ao voo. Não foi possível, de início, a gestão de questões afetas à obsolescência do material, tendo em vista as diversas dificuldades enfrentadas, principalmente devido ao ineditismo na operação aérea embarcada de aeronaves de asa fixa. O acúmulo de equipamentos indisponíveis, principalmente nos sistemas de geração de energia e equipamentos aviônicos levaram a MB a necessidade de uma modernização dos equipamentos, principalmente devido ao aspecto da obsolescência logística. Assim, a resolução por meio de redesenho foi realizada para a solução dos problemas. Seus principais aspectos, principalmente as lições aprendidas, serão abordadas em seguida.

#### 4.3.2 As dificuldades do Programa de Modernização

Diante das inúmeras dificuldades logísticas enfrentadas, a MB em 2009 firmou um contrato de modernização de 12 aeronaves com a empresa Embraer, sediada na cidade de Gavião Peixoto/SP. Esta modernização contemplava a substituição de praticamente a totalidade dos equipamentos aviônicos, com exceção de alguns indicadores do motor, incorporando assim a tecnologia de *glass cockpit*<sup>18</sup> aos meios cuja concepção aviônica remontava a década de 1970. Os Anexos K e L ilustram o design do cockpit pré e pós-

---

<sup>18</sup> Concentra as informações anteriormente disponibilizadas analogicamente no painel por telas de LCD alimentadas por sinais digitais provenientes de computador de bordo.

modernização, para que seja possível perceber a monta de atividades que envolvem um redesenho arquitetônico.

Durante o desenvolvimento do projeto, uma das dificuldades enfrentadas pela empresa foi a coletânea de desenhos técnicos, não disponível na sua integralidade para que estudos de reengenharia pudessem ser realizados. Tal fato exigiu da empresa mais tempo do que o planejado para esta fase, além de tornar os custos não-recorrentes de engenharia mais onerosos. Assim, ao se optar pela resolução por reengenharia, aspectos relacionados a atrasos no cronograma temporal e reavaliação de custos devem ter especial atenção.

O fornecimento de equipamentos não-modernizados que permaneceram na aeronave eram de responsabilidade da MB, que reparava os componentes na estrutura logística existente, utilizando-se das oficinas da Base Aérea Naval, ou realizava a aquisição de itens novos, disponíveis no mercado. Cabe mencionar que as inúmeras dificuldades logísticas enfrentadas tanto pela empresa Embraer como pela Marinha do Brasil foram superadas por haver um esforço sinérgico de todos os envolvidos na busca de soluções. Ao todo, após dificuldades financeiras enfrentadas, reduziu-se o número de aeronaves a serem modernizadas. Foram entregues 7 aeronaves modernizadas à MB, 2 do modelo "C", biposto, e 5 do modelo "B", monoposto.

Ao analisarmos o contrato celebrado entre as partes, não se observou cláusulas relacionadas ao gerenciamento de obsolescência. Após negociações afetas ao tema, havia uma expectativa da celebração de um contrato de suporte logístico, mais comumente chamado de CLS, com métricas de desempenho definidas pela disponibilidade do meio. Infelizmente, devido aos riscos associados a meios modernizados, envolvendo não somente os itens modernizados, mas também os itens não modernizados, a empresa apresentou valores excessivamente altos que não poderiam ser suportados pelo orçamento disponível.

O acompanhamento do contrato junto à empresa foi realizado por representantes da MB que compunham o Grupo de Fiscalização e Recebimento de Aeronaves AF-1/1A – (GFRAer-AF-1/1A), que desempenham tarefas diversas, tais como acompanhamento da evolução física do produto, assessoria de fluxo financeiro, negociações de adequação contratual, aprovação de cumprimento de requisitos, entre outras funções técnico-gerenciais. Cabe mencionar que não há previsão normativa sobre controle da obsolescência dentre as tarefas dos grupos de recebimento subordinados à Diretoria de Aeronáutica.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A aquisição das aeronaves já na fase de operação faz com que a gestão de obsolescência seja iniciada durante a fase de avaliação da condição operacional do meio, em que são verificados os componentes sob o enfoque da obsolescência. Normalmente essa fase de avaliação possui tempo limitado e dificuldade de acesso às informações de interesse. Outra dificuldade é a falta de uma metodologia prevista em norma para a realização deste levantamento, em um momento antes da aquisição.

Ressalta-se também que as dificuldades relacionadas à operação de um meio recém-adquirido, com características distintas, impõem inúmeros desafios que demandam a atenção imediata dos operadores. Na ocasião, tanto as aeronaves AF-1 quanto o Navio Aeródromo “São Paulo” (A12) foram adquiridas em um curto espaço de tempo e em um espaço cronológico próximo, o que colaborou para a priorização de atividades operacionais, renegando a segundo plano os aspectos ligados à gestão de obsolescência dos equipamentos.

A modernização de parte das células junto à empresa Embraer contribuiu sobremaneira para a solução de problemas na cadeia logística dos sistemas elétrico e de aviônicos, cuja disponibilidade encontrava-se baixa. Entretanto, ao serem instalados outros equipamentos que implicavam maior demanda por alimentação elétrica, alguns novos componentes foram exclusivamente desenvolvidos para o Programa, não havendo outros operadores que façam uso. Por conta desta exclusividade, especial atenção deveria ter sido dispensada para mitigar uma possível interrupção da cadeia logística, seja por falta de demanda, bem como por desinteresse do fabricante. Assim, a ausência de gestões junto ao fabricante dos itens exclusivos por si só implica novamente no problema da obsolescência caso estímulos para a continuidade da linha de produção e de reparos do item não sejam realizados. Para o caso de Programas de Modernização, a fase de Identificação de componentes com tendência à obsolescência pode se iniciar contemplando estes equipamentos exclusivamente desenvolvidos, sem demanda por parte de outros operadores.

Observa-se que o desinteresse do fornecedor em manter a cadeia logística (fabricante ou empresa reparadora), fomentado por vezes pela ausência de um CLS, fazem com que problemas com obsolescência sejam recorrentes, inclusive para os itens novos. Os constantes cortes orçamentários dificultam à MB a exercer qualquer papel incentivador neste sentido,

resultando, inevitavelmente, na aceleração da obsolescência logística de alguns componentes.

A falta de normatização sobre obsolescência faz com que os operadores logísticos do modelo não deem a devida importância ao tema. Além disso, é possível notar que os recursos humanos alocados, em termos quantitativos, para gerenciar a cadeia de suprimento logístico voltados para as aeronaves AF-1 mostram-se escassos em relação às atividades sob sua responsabilidade. O meio militar brasileiro possui a característica de rotatividade nas funções administrativas, de modo que a normatização se torna importante para garantir a continuidade das atividades e responsabilidades, especialmente quando elas requerem ações de longo prazo, como as de monitoramento.

A parceria com empresa sediada em território nacional, de elevada reputação internacional, permitiu uma interação sinérgica entre os diversos setores da empresa e o GFRAer-AF-1, na busca de soluções logísticas e de engenharia. Em que pese os bons resultados, vale lembrar que os Grupos de Fiscalização e Recebimento, entretanto, não possuem a responsabilidade da elaboração da cadeia logística segundo as normas da MB, sendo este ponto uma oportunidade de melhoria.

## 5 CONCLUSÃO

O propósito desta pesquisa foi evidenciar, no âmbito da Marinha do Brasil, mais especificamente na Aviação Naval Brasileira, as melhores práticas de gestão de obsolescência que possam ser implementadas e identificar eventuais lacunas e dificuldades do tema.

Desta forma, a questão que foi respondida é a seguinte: tem a Marinha do Brasil estrutura adequada para enfrentar a obsolescência dos componentes da aeronave AF-1? Foi visto que existem diversas lacunas e oportunidades de melhoria que podem propiciar uma evolução na gestão de seus meios, portanto a MB não se mostra arranjada adequadamente para solucionar os problemas afetos à obsolescência.

O estudo das metodologias estadunidense e britânica serviu de alicerce para a identificação da ausência de uma estrutura normativa e administrativa afetas à gestão de obsolescência na MB, que resultou, para o caso das aeronaves AF-1, a adoção da resolução pela modernização deste meio de forma a combater os efeitos da obsolescência.

Inicialmente buscou-se conceituar o que é obsolescência, separá-la em tipos e definir dentro da obsolescência o objeto de estudo: a obsolescência logística, causada pela quebra das cadeias de suprimentos dos equipamentos em uso. Foi possível perceber que a utilização de componentes eletrônicos de uso comercial em equipamentos utilizados na Indústria de Defesa e Aeroespacial possibilitou conter a evolução dos custos dos equipamentos, ao diminuir o investimento no desenvolvimento de componentes e peças.

A menção ao conceito de ciclo de vida dos equipamentos é relevante pelo fato de ser possível compreender que a execução da gestão da obsolescência pode ser realizada em todas as suas fases, de diferentes modos e abordagens. A abordagem proativa possui inúmeras vantagens, desde que seja economicamente viável. Já a do tipo reativa é válida quando uma análise detalhada das consequências da quebra da cadeia logística existente indica um baixo impacto.

A indisponibilidade de equipamentos de Defesa causa sérios problemas, mormente porque impactam em vulnerabilidade na Segurança Nacional. Desta forma, as potências bélicas mundiais necessitam implantar metodologias e normas que minimizem os efeitos da obsolescência, dado que o vulto de seus inventários maximiza o impacto econômico. Foram apontados os pontos principais das normas previstas aos Gestores subordinados ao

Departamento de Defesa dos EUA e ao Ministério de Defesa do Reino Unido, 1º e 6º colocados, respectivamente, no ranking dos maiores gastos militares no ano de 2022.

A metodologia estadunidense apresenta-se detalhadamente explicada na publicação SD-22 DMSMS. A abordagem do tipo proativa é bastante estimulada por todo o seu conteúdo que é dividido em 5 fases de atividades para cada item obsoleto. Estas fases garantem a preparação das equipes, incluindo a capacitação e composição, e se estende até o acompanhamento das atividades até o efetivo término da resolução implementada. A existência de tamanho delineamento das atividades evidencia que a atividade é complexa e exige um método a ser seguido em vias de garantir a sua eficácia.

A previsão normativa do Reino Unido inclui em todas as fases do ciclo de vida dos equipamentos uma entrada e uma saída de informações e análises, na qual se pode efetuar o controle de obsolescência por meio de requisitos e metas a cada ciclo. Além disso, o viés econômico sempre é evidenciado, de forma a enfatizar que as atividades de gestão devem ter viabilidade econômica, ou seja, o esforço para gerir os problemas de obsolescência não deve superar o valor que será economizado.

Em ambas as metodologias, a abordagem proativa é mandatória, desde que economicamente viável. A reativa também é mencionada e deve ser avaliada pelo Gestor a que melhor se aplica para o equipamento em questão, sempre em prol da economicidade da aplicação dos recursos. A questão dos custos crescentes é abordada em ambas, na qual se percebe que os custos das resoluções são crescentes com o decorrer do tempo.

Ao discorrermos no tocante as publicações normativas no âmbito da MB, observa-se que o assunto não é abordado devidamente, independentemente do nível da publicação, que neste estudo cobriu desde o Ministério da Defesa até as normas aplicáveis ao Grupo Aéreo Naval de Manutenção, OM que efetivamente executa a manutenção da aeronave. Esta constatação demonstra a desatenção para a existência do problema e pode sugerir que as resoluções disponíveis serão advindas da abordagem reativa.

Observou-se que especificamente para a gestão da obsolescência as atividades de monitoramento serão de longo prazo, cuja eficácia pode ser reduzida por mera dificuldade administrativa advinda da rotatividade de seu pessoal, caso não haja normatização adequada.

Ao serem adquiridas as aeronaves, ocorreu a priorização dos cuidados envolvidos na operação do meio, mesmo quando as inúmeras dificuldades logísticas demonstravam que a obsolescência de alguns equipamentos deveria ser estudada e remediada. A aquisição do

Navio Aeródromo “São Paulo” (A-12) no mesmo momento foi um dificultador pois elevou as expectativas da Força, já que as aeronaves foram adquiridas para operar a partir de navio. Dessa forma não foi possível, de início, uma metodológica gestão da obsolescência tendo em vista as inúmeras prioridades que eram impostas aos gestores, fato que acabou resultando na necessidade da celebração do Programa de Modernização, que era a única resolução disponível.

A modernização das aeronaves mostrou-se um grande desafio para as partes envolvidas. Houve dificuldade de acesso a informações e desenhos técnicos que culminaram em inúmeras dificuldades técnicas. Decorrente disto ocorreram atrasos no desenvolvimento, com incremento dos custos não-recorrentes de engenharia. Assim, pode-se afirmar que além da elevação de custos financeiros, por vezes a solução pelo redesenho implica em um incremento do tempo planejado para a linha de produção.

Tendo em vista que a troca de quase a totalidade dos equipamentos aviônicos gerou uma demanda elétrica diferente da anterior, houve a necessidade do desenvolvimento de equipamentos e componentes especificamente para o projeto. A introdução de equipamentos específicos para um projeto leva ao operador a necessidade do entendimento de se manter o interesse do fabricante em manter a linha de produção e manutenção ativa por meio de contratos de suporte logístico, o que não foi possível no caso das aeronaves AF-1 devido às restrições orçamentárias, que levaram inclusive a diminuição da quantidade de aeronaves modernizadas.

As tratativas para a contratação de suporte logístico de equipamentos de defesa após a sua modernização se mostra oneroso. A busca de um contrato que atenda aos interesses das duas partes é o desafio a ser superado nos casos de programas de modernização, como uma das ações afetas à gestão de obsolescência, principalmente para os itens desenvolvidos exclusivamente para aquele projeto.

Conclui-se, portanto, que a obsolescência logística é um fenômeno inevitável para a grande maioria dos Sistemas Aeronáuticos e de Defesa. As grandes potências mundiais possuem robusta normatização relacionada ao tema, das quais pode-se tirar várias práticas e ferramentas aplicáveis aos meios da MB. As aeronaves AF-1 são um meio único no país, cuja expertise na sua operação e manutenção foi adquirida no decorrer de 25 anos da existência do Esquadrão VF-1. A modernização de seus sistemas aviônicos possibilitou a extensão de seu uso, com equipamentos modernos e úteis ao cenário naval, o que se mostrou uma medida

adequada que evitou o desfazimento do meio. As dificuldades administrativas da MB podem ser superadas por meio de normatização adequada, qualificação do seu pessoal ou contratação de empresa com qualificação para gerir a questão da obsolescência, cujo propósito também pode ser atingido pela celebração de um contrato de CLS. Desta forma, a MB não demonstra estar estruturalmente arranjada para enfrentar os problemas relacionados à obsolescência de seus meios.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Aeronáutica da Marinha. *Portaria nº 14, de 08 de março de 2023*. Aprova o Regimento Interno da Diretoria de Aeronáutica da Marinha.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Diretoria Geral do Material da Marinha. *Portaria nº 204, de 2019*. Aprova o Regulamento da Diretoria de Aeronáutica da Marinha.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Diretoria Geral do Material da Marinha. *DGMM - 0130: Manual do Apoio Logístico Integrado*. Brasília. 2013.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Estado-Maior da Armada. *EMA - 420: Normas para Logística de Material*. Brasília. 2002

BRASIL, Ministério da Defesa. MD-40-M-01. Manual de Boas Práticas para a Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa. Disponível em: <[https://www.gov.br/caslode/pt-br/arquivos/gestao-do-ciclo-de-vida-de-sistemas-dedefesa/manual\\_md\\_40\\_m\\_01\\_13jan2020](https://www.gov.br/caslode/pt-br/arquivos/gestao-do-ciclo-de-vida-de-sistemas-dedefesa/manual_md_40_m_01_13jan2020)>. Acesso em 03 jul. 2023.

BRYANT, Adam. Boeing, McDonnell Douglas Announce \$13.3 Billion Merger. The New York Times. 1996. Disponível em: <https://archive.nytimes.com/www.nytimes.com/library/financial/1216being-mcdonell.html>. Acesso em: 23 jul. 2023.

CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à Teoria Geral da Administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações*. 7. Ed. Ver e atual – Rio de Janeiro. Elsevier, 2013.

CONTRATO DE MODERNIZAÇÃO DAS AERONAVES AF-1/1A COMPLETA DOIS ANOS. Poder Naval. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2011/04/26/contrato-de-modernizacao-das-aeronaves-af-11a-completa-dois-anos/>. Acesso em 23 Jul.2023.

DSPO, SD-22, *Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages—A Guidebook of Best Practices for Implementing a Robust DMSMS Management Program*. 2022. Disponível em: [https://www.infodoc.it/wp-content/uploads/2021/04/SD-22\\_2021.pdf](https://www.infodoc.it/wp-content/uploads/2021/04/SD-22_2021.pdf). Acesso em: 05 jul.2023.

DSCA. FMS – *Foreign Military Sales*. 2023. Disponível em:<<https://www.dsca.mil/foreign-military-sales-fms>>. Acesso em 23 jul 2023.

EMB-312 Tucano. Força Aérea Brasileira. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/eda/index.php/2015-04-24-14-30-17?id=148>. Acesso em: 05 jul. 2023.

JOSIAS, Craig et al. *Component obsolescence risk assessment*. Proceedings of the 2004 industrial engineering research conference (IERC). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE). 2004. Disponível em: <http://www.enme.edu/ESCML/ObsSGER/IERC2004-Josias-TErpenny-McLean>. Acesso em: 20 jul. 2023.

LONGO, Waldimir Pirró. *O desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil e suas perspectivas frente aos desafios do mundo moderno*. Coleção Brasil: 500 anos, Vol II. Belém: Editora da Universidade da Amazônia. 2000.

MARCHETTI, Cesare. Society as a learning system: Discovery, invention, and innovation cycles revisited. Disponível em :. Acessado em 03 jul 2023.

MARINHA DO BRASIL RECEBE ÚLTIMO JATO AF-1 SKYHAWK MODERNIZADO. Poder Naval. Disponível em < <https://www.naval.com.br/blog/2022/03/24/marinha-do-brasil-recebe-ultimo-jato-af-1-skyhawk-modernizado/>>. Acesso em 23 Jul.2023.

Meyer, A. et al. (2012). *A management approach to component obsolescence in the military electronic support environment*. The South African Journal of Industrial Engineering. 14. 10.7166/14-2-271, 2012.

MOREIRA, William de Sousa. Obtenção de Produtos de Defesa no Brasil: o Desafio da Transferência de Tecnologia. Revista da Escola de Guerra Naval ISSN-1809-3191, v.17. 2, p. 127-150, Jun 2011.

NASCIMENTO, Maj Art Flávio Henrique do. A obsolescência tecnológica no ciclo de vida dos sistemas e materiais de emprego militar. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro. 2018. Disponível em: < <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/3080>>. Acesso em: 23 jul. 2023.

NOZIGLIA, CDR (Ret) USN. *Free Kuwait: My adventures with the Kuwaiti Air Force in Operation Desert Storm and the Last Combat Missions of the A-4 Skyhawk*. Newman Springs. 2019.

ROJO, Francisco et al. *Obsolescence Management for Long-life Contracts: State of the Art and Future Trends*. International Journal of Advanced Technology, 2009. Volume 49.

ROBERTO, Emerson Gaio. O centenário da Diretoria de Aeronáutica da Marinha. Revista do Clube Naval. ISSN 0102-0382. Ano 131. Nº 406. Rio de Janeiro. 2023.

SEVERO FILHO, João. *Administração de Logística Integrada: materiais, PCP e marketing*. 2.ed.rev. e atual. Rio de Janeiro. 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=WVh06POvlc0C&1pg=&vq=estoque%20m%C3%>. Acesso em 25 jul. 2023.

SINGH, Pameetet, SANDBORN, P. Electronic part obsolescence driven product redesign optimizations. Interntional Journal of Advanced Manufacturing Systems, v.7, n.2, p. 1-13, 2004. Disponível em: <<http://www/enme.umd.edu/ESCML/Papers/AgingAircraft.pdf>>. Acesso em 23 jul. 2023

SILVA, Evando Mirra de Paula. *A Tecnologia, suas estratégias, suas trajetórias*. Disponível em: <[Http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid+S0009-6725200800050004](Http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid+S0009-6725200800050004)>. Acesso em 23 jul. 2023.

SIPRI. *Military Expenditure Database*. Disponível em <https://www.sipri.org/databases/milex>. Acesso em 23 Jul. 2023.

SOLOMON, Rajeev et al. *Electronic Part Life Cycle Concepts and Obsolescence Forecasting*. *IEEE Transactions on components and packaging Technologies*. Vol. 23. 2000. Disponível em: <[https://www.academia.edu/15385986/Electronic\\_part\\_life\\_cycle\\_concepts\\_and\\_obsolescence\\_forecasting](https://www.academia.edu/15385986/Electronic_part_life_cycle_concepts_and_obsolescence_forecasting)>. Acesso em: 23 jul. 2023.

UK, MoD. JSP 886. The Defence Logistics Support Chain Manual. Volume 7. Pat 8.13 Obsolescence Management, 2012. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/jsp-886-volume-07-supportability-engineering>. Acesso em 15 Jul.2023.

WILTGEN, Guilherme. Esquadrão VF-1 completa 24 anos. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/esquadrao-vf-1-completa-24-anos>>. Acesso em 11 jul. 2023.

## ANEXO A

### A INOVAÇÃO E A VIABILIDADE ECONÔMICA

Faz-se necessário conceituar invenção e inovação, tendo em vista que a obsolescência de materiais é um fenômeno decorrente do surgimento de novos conceitos e idéias. Segundo Longo (2000), a invenção materializa o aparecimento de uma nova idéia, conceito ou modelo que pode resultar em um novo produto. A viabilidade econômica desta invenção com aplicação comercial não necessariamente ocorre imediatamente após o seu surgimento e divulgação. A inovação é justamente a invenção com geração de benefícios econômicos decorrentes de viabilidade econômica, resultando em seu uso prático com escala de mercado. Pode ser dividida em inovação incremental, quando não alteram a essência do produto e inovação de ruptura, quando apresentam saltos tecnológicos e alteram as características da indústria (Ex: laser e transistores).

Uma variável importante a ser considerada é a diminuição do tempo necessário para que a invenção, citada anteriormente, torne-se uma inovação. Desde a invenção da lâmpada elétrica até os dias atuais, o tempo decorrido para a geração da viabilidade econômica tem diminuído drasticamente. Segundo Silva (2008), enquanto no século XIX a lâmpada elétrica levou cerca de 80 anos para obter sua viabilidade econômica, a ser considerado também as evoluções necessárias do projeto, um estudo elaborado por Gee (apud NASCIMENTO, 2018), apontou que entre o período de 1953 e 1973 o tempo médio entre a invenção e a inovação na Inglaterra era de 7,7 anos, nos EUA.

Observa-se que a viabilidade econômica é fundamental para a existência de uma inovação, que poderá gerar obsolescência dos itens substituídos por falta de viabilidade econômica tendo em vista que a demanda pelos itens do produto anterior possivelmente será diminuída, inviabilizando a cadeia produtiva previamente estabelecida. Além disso, o tempo para o atingimento da viabilidade econômica tem diminuído com a evolução tecnológica que caracteriza os dias atuais.

## ANEXO B



Figura 1 - Hierarquização de itens.

Fonte: Adaptado de DSPO, 2022, p.79.

## ANEXO C

**ABORDAGEM PROATIVA****ABORDAGEM REATIVA**

Figura 2 - Janela de Oportunidade

Fonte: Adaptado de DSPO, 2022, p.63.

## ANEXO D

PAÍS	2021	2022
<b>Estados Unidos da América</b>	USD 806.230,20	USD 876.943,20
China	USD 285.930,52	USD 291.958,43
Rússia	USD 65.907,71	USD 86.373,10
Índia	USD 76.348,54	USD 81.363,19
Arábia Saudita	USD 63.194,67	USD 75.013,33
<b>Reino Unido</b>	USD 67.500,69	USD 68.462,58
Alemanha	USD 56.513,13	USD 55.759,75
França	USD 56.647,00	USD 53.638,75
Coreia do Sul	USD 50.873,79	USD 46.365,42
Japão	USD 50.957,47	USD 45.992,09
Itália	USD 36.249,28	USD 33.489,71
Austrália	USD 32.718,07	USD 32.298,92
Canadá	USD 25.362,24	USD 26.896,32
Brasil	USD 19.187,12	USD 20.210,79
Turquia	USD 15.567,41	USD 10.644,58
Paquistão	USD 11.836,35	USD 10.337,48
Irã	USD 5.391,96	USD 6.846,60

Tabela 1: Maiores gastos militares em milhões de dólares americanos

Fonte: SIPRI. Disponível em <<https://www.sipri.org/databases/milex>>. Acesso em 23 Jul. 23.

## ANEXO E

### DETALHAMENTO DA FASE 2: IDENTIFICAÇÃO

A fase 2 é dividida em 2 blocos, sendo o primeiro chamado de “Processo único”, que priorizará quais sistemas serão monitorados, identificará e adquirirá ferramentas de vigilâncias adequadas e inicia a coleta e prepara o banco de dados para a próxima fase. O segundo bloco é realizado ao longo do ciclo de vida do meio, que se inicia pela análise de disponibilidade do componente, avaliação do modelo de avaliação de riscos associados ao DMSMS e previsão de problemas associados ao DMSMS.

A coleta de dados se inicia pela obtenção do BOM cujos dados são carregados em ferramentas preditivas, que possibilitam o monitoramento e previsão de problemas gerados por DMSMS. Essas ferramentas são softwares que possuem um banco de dados nos quais são alimentados por informações úteis aos gestores logísticos, tais como uma *EOL notification*. Ressalta-se que a aquisição do BOM é de suma importância para a realização da abordagem proativa, caso contrário, a identificação da obsolescência ocorrerá apenas quando ocorrer uma tentativa frustrada de compra ou reparo do item.

Especial atenção deve ser dada aos materiais eletrônicos, tendo em vista que estes itens possuem uma rápida evolução tecnológica. Inicialmente, é realizada uma previsão de necessidade dos itens, ao longo do ciclo de vida, visando um planejamento de estoque, baseando-se em dados de planejamento fornecidos pelo fabricante.

Para os itens cuja quantidade no estoque indica ser suficiente até o fim de uso do sistema, o item é classificado para o não-monitoramento. Avalia-se também outros dois aspectos importantes: se o item é facilmente substituído por um alternativo, como é o caso de conectores, cabos e alguns consumíveis, e para itens que não se espera substituir, como é o caso de peças fundidas e para-choques.

Alguns tipos de itens são categorizados como sendo “monitoração contínua”, que são aqueles cuja natureza se sabe que possuem alta propensão para a obsolescência: computadores, componentes de radiofrequência, memórias, microprocessadores e circuitos eletrônicos personalizados.

No caso de um item não ser categorizado até o momento, avalia-se o impacto da falta destes itens quando for descoberta a falta do seu suprimento, optando por não monitorar

itens com baixo impacto. Nesta segunda avaliação, os itens ainda não categorizados são submetidos a uma abordagem baseada no risco, que se subdivide em três categorias:

- Criticalidade do item: os relacionados à segurança do sistema e do pessoal envolvido, criticalidade para a missão, alta demanda e alto custo;

- Vulnerabilidade da cadeia logística: são avaliados o fornecedor (se é único, sua localização ou não identificado) incluindo-se o status financeiro da empresa, quantidade de ordens de compras não atendidas (por ao menos 8 meses seguidos), tempo de espera, recente aumento do preço, baixa demanda e ciclo de vida do item; e

- Tempo para implementação da solução: é avaliado o tempo de operação previsto com o estoque de suprimentos do itens, associado a uma avaliação da disponibilidade de desenhos técnicos, dificuldade de fabricação, disponibilidade de ferramental e equipamentos de teste e custo para a implementação da solução.

A figura abaixo permite um rápido entendimento do raciocínio empregado:

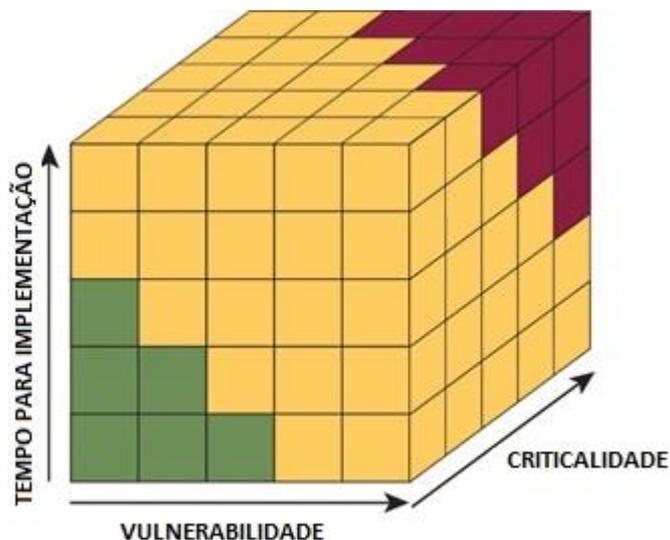


Figura 8 – Cubo de risco.

Fonte: Adaptada de DSPO, SD-22, p. 89

Para os itens categorizados para o monitoramento, são citadas quatro ferramentas que auxiliarão o gestor a mensurar as características daquele sistema. São elas:

filtro do BOM pelo uso de ferramentas preditivas, contato com os fornecedores, análise crítica do material<sup>19</sup> e aviso de descontinuidade do produto<sup>20</sup>.

A análise crítica do material é realizada verificando-se principalmente a natureza do material e as regulações para o material de que é composto. Devido à complexidade de regulamentos e normas, são indicados diversos órgãos governamentais norte-americanos a que se pode consultar, tais como o Escritório para Materiais Estratégicos e críticos do DLA<sup>21</sup> o Programa de Gerenciamento de Riscos de Material Químico<sup>22</sup>.

O envolvimento de todos os interessados na solução do problema é também uma opção a ser utilizada. Os *stakeholders* devem ser identificados e envolvidos, caso necessário, na mediação do problema.

A identificação do problema relacionado à DMSMS pode ser iniciada ainda na fase de desenvolvimento do sistema: listas preliminares de materiais devem ser solicitadas ao contratado ainda nesta fase e devem ser analisadas sob o enfoque da obsolescência. Materiais já identificados como obsoletos e/ou com produtos perigosos ou exóticos devem ser evitados na composição do sistema.

---

<sup>19</sup> São realizadas verificações quanto ao uso de substâncias que foram proibidas, uso restrito ou uso controlado.

<sup>20</sup> O Gestor de Programa deve buscar informação de descontinuidade de produtos via o uso de ferramentas preditivas, por meio do Programa GIDEP (*Government Industry Data Exchange Program*) e pelo DLA (*Defense Logistics Agency*), ambos órgãos do Governo americano.

<sup>21</sup> Pode ser acessado pelo link: <<http://www.dla.mil/HQ/Acquisition/StrategicMaterials.aspx>>

<sup>22</sup> O Programa emite alertas quanto a riscos ambientais pelo link: <<http://denix.osd.mil/cmrrmp/home/>>

## ANEXO F

### TERCEIRA FASE: IDENTIFICAÇÃO

Os gestores devem primeiro validar as informações que levaram ao monitoramento do componente, realizando levantamento de dados que visam a estimar quando o item não estará mais disponível, o material em efetivo estoque e o tempo esperado para a implementação da solução.

Existem casos em que um item não necessariamente pode ter sido enquadrado como obsoleto mas o tempo para a implementação de sua solução pode ser demasiadamente longo, ao se considerar o processo administrativo para a contratação, o tempo de produção esperado e atrasos na entrega. Neste caso, uma implementação mais breve da solução do problema deve ser avaliada.

Uma ferramenta apresentada é o “*health assessment*”: consiste em uma tabela na qual os itens a serem monitorados são inseridos nas primeiras duas colunas, e as demais colunas são numeradas em anos (A+1, A+2, etc). Para cada item monitorado, existem três linhas dedicadas, que se dividem em estoque no início do ano, consumo anual e estoque ao final do ano. Para os itens que atingem o nível de estoque no qual devem ser realizados pedidos de compra, a célula é colorida na cor amarela. Para as células preenchidas na cor vermelha, a indicação é de estoque crítico, que pode não suprir o consumo do ano seguinte caso haja uma demanda maior devido à manutenção corretiva. Dessa forma, é possível monitorar o quantitativo necessário no início do ano, o momento de atenção para a efetivação da compra, e realizar a previsão de quando o meio se tornará indisponível devido ao problema daquele item.

PART NUMBER	NOME DO ITEM	PERÍODO DO ANO	ANO A	A+1	A+2	A+3	A+4	A+5	A+6	A+7
RSMC-001	PROCESSADOR RSMC	JAN	4	3	2	0	-1	-2	-3	-5
		CONS. ANUAL	1	1	2	1	1	1	2	1
		DEZ	3	2	0	-1	-2	-3	-5	-6
VSCF-001	CONECTOR	JAN	135	122	108	92	75	55	33	8
		CONS. ANUAL	13	14	16	17	20	22	25	26
		DEZ	122	108	92	75	55	33	8	-18
CMFD-003	CMFD	JAN	12	10	7	4	2	-1	-4	-7
		CONS. ANUAL	2	3	3	2	3	3	3	2
		DEZ	10	7	4	2	-1	-4	-7	-9

Tabela 2 – Exemplo de “Health Assessment”

Fonte: Adaptada de DSPO, SD-22, P. 116

## ANEXO G

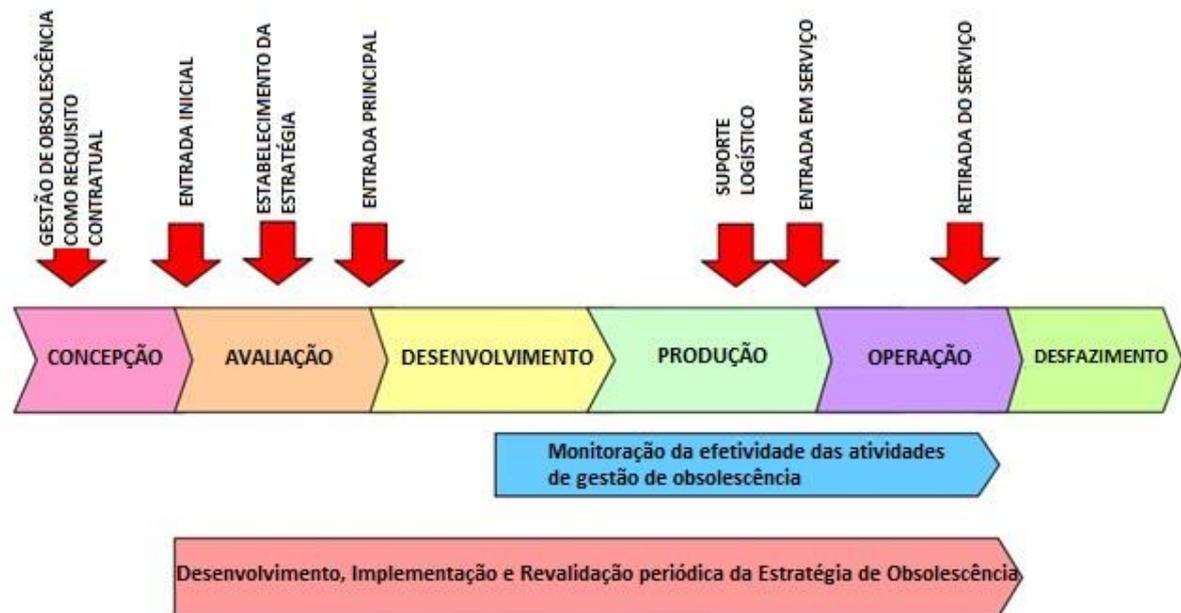


Figura 3 - Pontos de controle no ciclo CADMID

Fonte: Adaptado de UK, 2012 v.7 p. 8

## ANEXO H

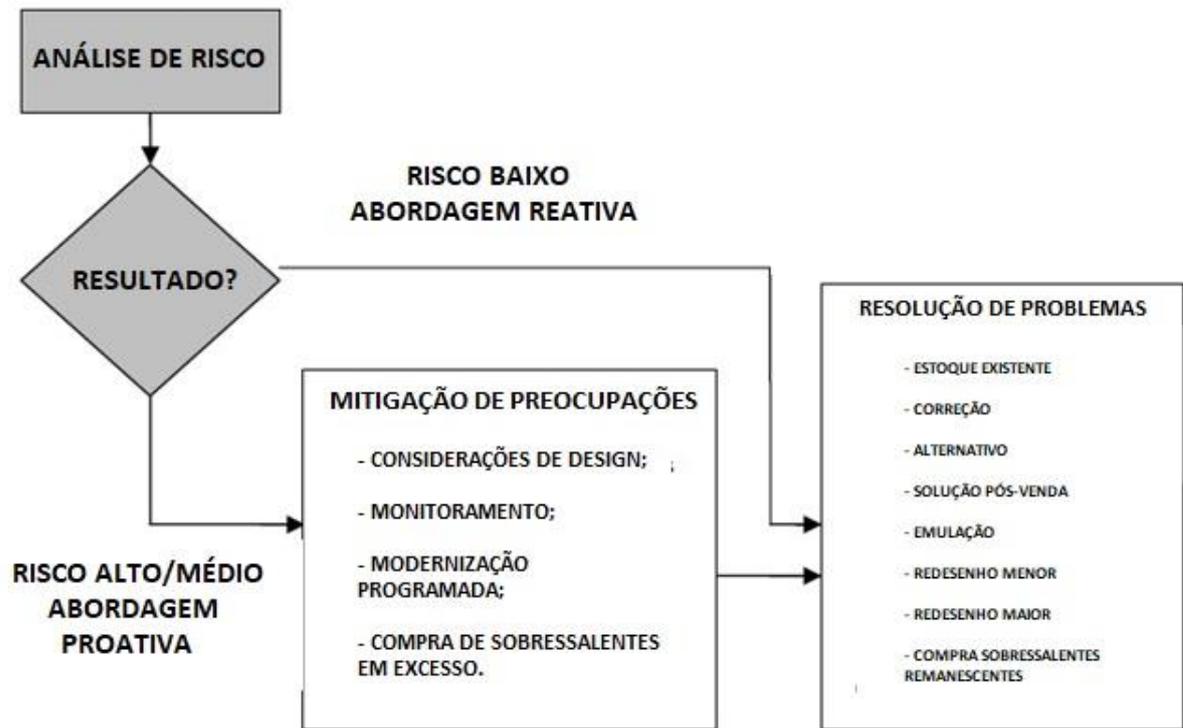


Figura 4 - Fluxograma das abordagens Proativa x Reativa  
Fonte: Adaptado de UK, 2012 v.7 p. 21

## ANEXO I



Figura 5 - Custos não-recorrentes de engenharia

Fonte: Adaptado de UK, 2012 v.7 p. 30

## ANEXO J – CÁLCULO DO CUSTO EVITADO

O cálculo segue o seguinte racional: os custos das soluções são colocados em ordem crescente e a diferença entre um valor e imediatamente superior quantifica o custo evitado para aquela solução. Dentro de um período de um ano, a soma das quantidades de itens solucionados multiplicado pelos custos evitados resultará no custo evitado por item naquele ano. O valor total evitado se dará pela soma de todos os custos evitados por equipamento ou componente solucionado.

A diferença deste valor calculado conforme explicado acima e a soma dos custos da equipe de gestão, ferramental preditivo e custos contratuais (se aplicável) será o valor total economizado após a aplicação de toda a metodologia descrita. Observa-se que quanto maior a quantidade de soluções implementadas, mais se justifica as ações de gestão voltadas à obsolescência.

<b>Resolução</b>	<b>Custo da Solução</b>	<b>Custo evitado</b>
Estoque Existente	R\$ 100,00	R\$ 1.200,00
Alternativo	R\$ 1.300,00	R\$ 71.700,00
Emulação	R\$ 73.000,00	R\$ 1.400,00
Redesenho menor	R\$ 74.400,00	R\$ 231.500,00
Redesenho maior	R\$ 305.900,00	-

Tabela 3 - Custo da solução x Custo Evitado  
Fonte: Adaptado de UK, 2012 v.7 p.30

<b>Resolução</b>	<b>Número de resoluções implementadas</b>	<b>Custo evitado</b>	<b>Total de custo evitado</b>
Estoque Existente	14	R\$ 1.200,00	R\$ 16.800,00
Alternativo	16	R\$ 2.400,00	R\$ 38.400,00
Emulação	12	R\$ 1.400,00	R\$ 16.800,00
Redesenho menor	4	R\$ 231.500,00	R\$ 926.000,00
Redesenho maior	1	R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00
<b>Total</b>	<b>47</b>		<b>R\$ 1.998.000,00</b>

Tabela 4: Soma do total do Custo Evitado  
Fonte: Adaptado de UK, 2012 v.7 p.30

## ANEXO K



Figura 6 - Painel da Aeronave AF-1 antes do programa de modernização.  
Fonte: PODER NAVAL. Contrato de Modernização das Aeronaves AF-1/1A completa dois anos.  
Disponível em <<https://www.naval.com.br/blog/2011/04/26/contrato-de-modernizacao-das-aeronaves-af-11a-completa-dois-anos/>>. Acesso em 23 Jul.23.

## ANEXO L



Figura 7 - Painel da Aeronave AF-1 modernizado.

Fonte: PODER NAVAL. Marinha do Brasil recebe último jato AF-1 Skyhawk modernizado. Disponível em: < <https://www.naval.com.br/blog/2022/03/24/marinha-do-brasil-recebe-ultimo-jato-af-1-skyhawk-modernizado/> > . Acesso em 23 Jul.23.