
Gestão Proativa de Obsolescência: Uma abordagem capaz de estender o ciclo de vida de sistemas complexos em operação

Felipe Francisco Vieira



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Uberlândia
2020

Felipe Francisco Vieira

**Gestão Proativa de Obsolescência: Uma
abordagem capaz de estender o ciclo de vida de
sistemas complexos em operação**

Trabalho apresentado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação, pela Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, *campus* Santa Mônica.

Orientador: Dr. Renato Santos Carrijo

Uberlândia
2020



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Engenharia de Controle e Automação				
Defesa de:	Trabalho de Conclusão de Curso - FEELT32902				
Data:	08/10/2020	Hora de início:	09:00	Hora de encerramento:	10:00
Matrícula do Discente:	11511EAU017				
Nome do Discente:	Felipe Francisco Vieira				
Título do Trabalho:	Gestão Proativa de Obsolescência: Uma abordagem capaz de estender o ciclo de vida de sistemas complexos em operação				

Reuniu-se, por meio de videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, assim composta: Prof(a). Dr(a). Aniel Silva de Moraes - FEELT/UFU; Prof(a). Dr(a). Fábio Vincenzi Romualdo da Silva - FEELT/UFU; Prof(a). Dr(a). Renato Santos Carrijo - FEELT/UFU - orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos, o(a) presidente da mesa, Prof(a). Dr(a). Renato Santos Carrijo, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a) sem nota.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Renato Santos Carrijo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/10/2020, às 11:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Vincenzi Romualdo da Silva**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/10/2020, às 11:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aniel Silva de Moraes**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/10/2020, às 12:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2304728** e o código CRC **3AAB134C**.

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que, quando pequenas,
sonharam em mudar o mundo.*

Agradecimentos

A longa e árdua jornada que realizei não seria possível, ou seria de conclusão pouco provável, sem o apoio de várias pessoas e instituições, que forneceram suporte e aberturas necessários para finalizar esta empreitada. Agradeço:

A Livia e seu jeitinho peculiar de demonstrar o amor, motivação e todas as suas qualidades e especificidades. Mãe e minha heroína, que não mediu esforços para me criar, educar e me transformar no homem que sou hoje. Exemplo de doação e de vida, que tem em seu colo um refúgio seguro sempre. Te amo, sem igual!

Ao Fábio, meu pai, é alguém que me ensina com o exemplo que eu devo dar sempre o melhor em tudo que eu faço, em qualquer situação. Sempre me ensinou a importância da honestidade. Agradeço pelo apoio, acompanhamento, incentivo e subsídios fornecidos.

A união da força de minha mãe e do fazer sempre o melhor do meu pai formaram o que sou hoje, alguém que tenta colocar de maneira plena seu coração por completo em tudo o que faz. Agradeço a vocês pelo que sou!

A Andressa, minha irmã e melhor amiga, que sempre esteve do meu lado, apoiando e aconselhando. Dona dos meus maiores segredos e razão da minha luta diária. Obrigado por todo carinho e apoio.

Aos meus avós, tios e primos, que tanto me incentivaram durante os anos de graduação e se sentem orgulhosos da pessoa que me tornei.

As amizades criadas durante o desbravar do mundo, no Egito, por aceitaram este brasileiro nos seus círculos sociais. Obrigado por me mostrarem o quão especial e importante é a pluralidade de pensamentos.

A todos os amigos, especialmente Bruno Cruz, Daniel Pereira, Guilherme Lopes, Gustavo Martins, Kaliny Alice e Luciano Gomes, meu muito obrigado. Vocês são fundamentais na minha vida, por isso merecem o meu eterno agradecimento.

Não posso deixar de agradecer a esta Universidade por ser um espaço que privilegia o conhecimento e onde todas as ideias são bem recebidas. Além do meu agradecimento, gostaria de deixar também o meu compromisso, de sempre lutar por esta universidade, pelo saber e pelo conhecimento público, gratuito, inclusivo e de qualidade.

Ao curso de Engenharia de Controle e Automação e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos, professores e colegas. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica.

Aos professores Dr. Marcelo Barros, Dr. Márcio Cunha e Dr. Renato Carrijo. Professores aos quais tive a oportunidade de ser orientado em atividades de pesquisa. Dr. Renato, em especial, pela orientação deste projeto. Obrigado por esclarecerem tantas dúvidas e serem tão atenciosos e pacientes.

A Embraer, que me concedeu a chance de fazer estágio e assim conhecer um pouco mais da minha área de formação. Pela oportunidade de conhecer o incrível mundo da aeronáutica. Obrigado pela confiança e liberdade concebida, em especial aos engenheiros: Douglas Lobo, Elisabeth Souza, Fabrício Feres, Fariello Souza, Flávio Simões, Leandro Gonçalves, Mislene Arantes, Miriã Bernardes, Renan Galindo, Sérgio Bittencourt, Tais Xavier e Walker Porto.

A engenheira Júlia Cepinho por toda orientação durante meu projeto de estágio na Embraer. Agradeço também por acreditar na minha dedicação e nas ideias propostas. Sua habilidade de lidar com os clientes e solucionar problemas me inspiram. Estendo os agradecimentos também aos colegas estagiários: Edgar Alves, Letícia Almeida e Ricardo Neto.

Aos engenheiros Coronel Fernando Cerqueira, Ashley Stanford, Elizabeth Monarch e Fabrício Feres, pelas entrevistas concedidas e conhecimento compartilhado, que muito colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao ZeroUm e todos os voluntários. Obrigado por doarem seu tempo, trabalho e talento por esta causa. Que a nossa luta pela educação e igualdade de oportunidades inspirem outras pessoas e que nosso legado impacte a vida de centenas de crianças e adolescentes.

A Aiesec, por abrir meus olhos e me fazer evoluir tanto pessoalmente, eu nunca esquecerei o quanto essa organização fez por mim. Contem comigo sempre que precisarem, pois a luta por um mundo melhor é nossa.

A todos os que acreditaram no meu potencial e no meu sonho de um mundo melhor, meu muito obrigado! Eu amo todos vocês!

*“Em tempos de ódio o amor virá em todas as cores, Gigante.
Que é pra doer os olhos, embrulhar o estômago, embaralhar a
mente pequena de quem só consegue enxergar em preto e branco.”
(Renato Enoch, 2018)*

Resumo

A obsolescência se tornou um grande problema na indústria desde que as rápidas evoluções tecnológicas começaram a aparecer, além disso, a escassez de matérias primas e melhorias nas legislações ambientais e de segurança estão aumentando a dimensão do problema.

Este trabalho, então, aborda uma metodologia de gestão proativa de obsolescência para Sistemas Complexos em operação, capaz de priorizar e monitorar toda a estrutura de um produto, além de oferecer propostas paliativas para a solução do problema. Todo o projeto é embasado nas normas Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages (DMSMS), criadas pelo United States Department of Defense (USDOD).

O método de priorização, monitoramento e as soluções paliativas foram desenvolvidos, além do embasamento nas normas, em literaturas já existentes e também na vivência e experiência de diversos engenheiros responsáveis pela gestão de obsolescência em todos os níveis de negócio: fornecedor, montadora e cliente.

Palavras-chave: Obsolescência. DMSMS. Gestão Proativa. Sistemas Complexos.

Abstract

Obsolescence has become a major problem in the industry since rapid technological developments began to appear. In addition, the scarcity of raw materials and improvements in environmental and safety legislation are increasing the scale of the problem.

This paper then addresses a proactive obsolescence management methodology for Complex Product Systems (CoPS) in operation, capable of prioritizing and monitoring the entire structure of a product, in addition to offering palliative proposals for the solution of the problem. The entire project is based on the Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages (DMSMS) standards, created by United States Department of Defense (USDOD).

The method of prioritization, monitoring and palliative solutions were developed based on existing standards and literature and also on the experience of many engineers responsible for the obsolescence management at all levels of business: supplier, assembler and customer.

Keywords: Obsolescence. DMSMS. Proactive Management. CoPS.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Avião KC-390	29
Figura 2 – Radar RIR-980	29
Figura 3 – Usina Nuclear Angra 1	30
Figura 4 – Ônibus Espacial <i>Discovery</i>	30
Figura 5 – Tipos de Estrutura de Produto	31
Figura 6 – Gráfico do ciclo de vida do produto	33
Figura 7 – Diagrama de Ishikawa - Causas de Obsolescência	36
Figura 8 – Charge - Obsolescência Programada	36
Figura 9 – Estruturação de Dados	44
Figura 10 – Matriz de Risco	45
Figura 11 – Fluxograma de priorização de componentes	48
Figura 12 – Exemplo de uma lista MEL	50
Figura 13 – Ferramenta de obsolescência - AVCOM	62
Figura 14 – Ferramenta de obsolescência - TPP	63
Figura 15 – Ferramenta de obsolescência - Q-Star	64
Figura 16 – Ferramenta de obsolescência - Silicon Expert	65
Figura 17 – Distribuição de Poisson - Item #001	73
Figura 18 – Distribuição de Poisson - Item #002	75
Figura 19 – Distribuição de Poisson - Item #003	77
Figura 20 – Distribuição de Poisson - Item #004	78
Figura 21 – Avião C-150 após canibalização	80
Figura 22 – Painel do avião C-150 após canibalização	80
Figura 23 – Interior do avião C-150 após canibalização	81

Lista de tabelas

Tabela 1 – Gestão de Riscos	47
Tabela 2 – Itens declarados obsoletos	71
Tabela 3 – Distribuição de Poisson - Item #001	72
Tabela 4 – Distribuição de Poisson - Item #002	74
Tabela 5 – Distribuição de Poisson - Item #003	76
Tabela 6 – Distribuição de Poisson - Item #004	77

Lista de siglas

AVCOM Advanced Component Obsolescence Management

BOM Bill of Material

BOS Bill of Substances

CAS Chemical Abstracts Service

CMCA Central Management Catalogue Agency (UK)

COG Component Obsolescence Group

CoPS Complex Product Systems

COTS Commercial off-the-shelf

DLA Defense Logistics Agency

DMSMS Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages

FAB Força Aérea Brasileira

FFF Form, Fit and Function

GIDEP Government Industry Data Exchange Program

ICAO International Civil Aviation Organization

LCC Life Cycle Cost

LRU Line-Replaceable Unit

LTB Last Time Buy

MEL Minimum Equipment List

MSG-3 Maintenance Steering Group

MTBUR Mean Time Between Unscheduled Removal

MTBF Mean Time Between Failure

OEM Original Equipment Manufacturer

PN Part Number

RTLIB Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais Básicos

SNC Sierra Nevada Corporation

TPP Total Parts Plus

USDoD United States Department of Defense

Sumário

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Motivação	25
1.2	Objetivos e Desafios da Pesquisa	26
1.3	Contribuições	26
1.4	Organização da Dissertação	27
2	SISTEMAS COMPLEXOS	29
2.1	Estrutura de um Sistema Complexo	30
2.2	Sistemas Militares	32
2.3	Ciclo de Vida do Produto	32
2.3.1	Fase de Desenvolvimento	33
2.3.2	Fase de Introdução	33
2.3.3	Fase de Crescimento	33
2.3.4	Fase de Maturidade	34
2.3.5	Fase de Declínio	34
3	OBSOLESCÊNCIA	35
3.1	Causas da Obsolescência	35
3.2	Prejuízos causados por Obsolescência	37
3.3	Gestão de Obsolescência	37
3.3.1	Gestão Reativa	37
3.3.2	Gestão Proativa	37
4	PROPOSTA	39
5	METODOLOGIA	41
6	ESTRUTURAÇÃO DOS DADOS	43

7	PRIORIZAÇÃO DE COMPONENTES	47
7.1	Itens de Segurança	49
7.2	Itens críticos de missão	49
7.3	Plano de Manutenção Programada	50
7.4	Características Físicas	51
7.5	Vulnerabilidade para com os Fornecedores	52
7.6	Custos de desenvolvimento	53
7.7	Controle de Confiabilidade	53
8	ANÁLISE PREDITIVA	55
8.1	Materiais perigosos e restrições ambientais	55
8.2	Saúde financeira dos fornecedores	56
8.3	Baixa demanda	56
8.4	Escassez de matéria prima	56
8.5	Evolução Tecnológica	57
8.6	Revolução Tecnológica	57
8.7	Crises Mundiais e/ou Locais	57
8.8	Evolução de Softwares	58
9	ALERTAS AUTOMATIZADOS	59
9.1	Banco de dados governamentais	59
9.1.1	GIDEP	59
9.1.2	DLA	60
9.2	Banco de dados não governamentais	60
9.2.1	COG	60
9.3	Serviços de monitoramento	60
9.3.1	AVCOM	61
9.3.2	TPP	62
9.3.3	Q-Star	63
9.3.4	SiliconExpert	64
10	SOLUÇÕES PALIATIVAS	67
10.1	Aprovisionamento de Estoque	67
10.1.1	Distribuição de Poisson - Teoria	68
10.1.2	Aplicabilidade a um sistema complexo avião	70
10.1.3	Análise de casos reais	71
10.2	Canibalização	79
10.3	Alternativos ou Equivalentes	81
10.4	Mercado de Reposição	82

11	CONCLUSÃO	83
11.1	Contribuições	83
11.2	Trabalhos Futuros	84
	REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE A	ENTREVISTA - EMBRAER S.A.	89
APÊNDICE B	ENTREVISTA - FORÇA AEREA BRASILEIRA	91
APÊNDICE C	ENTREVISTA - SIERRA NEVADA CORPO- RATION	99

Introdução

As rápidas evoluções tecnológicas, escassez de matérias primas e melhorias nas legislações ambientais estão produzindo constantes mudanças nos meios de produção e tecnologias disponíveis. Estas mudanças ajudam a sustentar a vida útil de um produto, mas ao mesmo tempo, pode apresentar significantes desafios associados ao gerenciamento de obsolescência.

1.1 Motivação

A obsolescência de um produto é inevitável, ela vai acontecer cedo ou tarde e o que se deve fazer, é uma gestão proativa desta questão, onde a sua falta, pode causar a indisponibilidade de um sistema e acarretar altos custos de novos desenvolvimentos para mitigação dos problemas gerados.

Na indústria, tudo que é caro, não pode ser ignorado, mas premeditação e planejamento cuidadoso podem reduzir seu impacto e custo (MOD, 2012).

Ainda, a literatura diz que a obsolescência pode acontecer em todos os setores da indústria, ela pode ser definida como a perda, ou perda iminente, de fabricantes ou fornecedores de itens, matérias-primas ou software (SAUNDERS, 2006). Em sistemas com longo ciclo de vida, a obsolescência se tornou uma das maiores questões a ser resolvida, e por esta razão, a gestão proativa é cada vez mais necessárias para suportar o produto, principalmente em setores como defesa, aeroespacial, nuclear e ferroviário, onde os sistemas precisam ser suportados por muitas décadas (ROJO; ROY; KELLY, 2012).

A gestão de obsolescência tem se tornado, recentemente, requisito para obtenção e desenvolvimento de novos sistemas, a exemplo da Força Aérea Brasileira (FAB), que incorporou a premissa em seu procedimento padrão para Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais Básicos (RTLIB) (Apêndice B). A Sierra Nevada Corporation (SNC) também está implementando a gestão de obsolescência em contratos referentes à aeronave A-29 (Apêndice C).

1.2 Objetivos e Desafios da Pesquisa

O objetivo desta pesquisa é, através de entrevistas de campo e profundo estudo na literatura existente, propor uma metodologia de gestão pro-ativa da obsolescência de sistemas complexos em operação, com foco principal no monitoramento e soluções paliativas, “buscando ser capazes de, senão evitar, então identificar ou antever um eventual problema de suporte do sistema em tempo hábil para a adoção tempestiva de medidas corretivas” (Apêndice B).

Coronel Engenheiro CERQUEIRA, F., que já foi o responsável pela gestão de obsolescência da aeronave AMX, deixa claro ao tratar dos desafios encontrados para realizar o gerenciamento de obsolescência, que:

As dificuldades enfrentadas no suporte a sistemas que contam com produtos em processo de obsolescência ou obsoletos devem ser encaradas como uma característica fisiológica dos sistemas e não uma patologia. Em outras palavras, o enfrentamento da obsolescência precisa ser tratado como uma prática normal e característica do suporte em serviço (Apêndice B).

Um sistema complexo, ao contrário de equipamentos ou sistemas simples, exige um gerenciamento mais generalizado e em alto volume, devido a quantidade de sistemas que o compõe e a peculiaridade de cada um. É necessário, então, desenvolver métodos que o torne processual e, de preferência, padronizado.

Quando a obsolescência é enfrentada no âmbito da operação, a imprevisibilidade de falhas também pode se tornar um problema para a predição de problemas. Pois, a demanda de equipamentos e sistemas se torna uma variável aleatória, não dependendo mais da demanda de produção.

1.3 Contribuições

A gestão proativa de obsolescência tem um efeito significativo em muitos aspectos de um sistema complexo, não é uma função autônoma, nem beneficia uma única parte interessada. O gerenciamento da obsolescência está inerentemente vinculado à confiabilidade, capacidade de manutenção, suporte e disponibilidade. Nesse contexto, é importante planejar, minimizar e gerenciar os riscos associados aos problemas da obsolescência, devido ao seu impacto prejudicial na prontidão do material, capacidade da missão operacional, segurança do pessoal e acessibilidade.

A inserção de gestão proativa de obsolescência como requisitos contratuais durante o suporte de aeronaves, navios, radares e quaisquer outros sistemas complexos é motivação suficiente para que a academia se atente às necessidades da indústria e contribua para a disseminação e profissionalização do conhecimento.

Coronel Engenheiro CERQUEIRA, F. ainda enfatiza e define como “salutar”, a importância da pesquisa na área de gerenciamento de obsolescência e sua relevância para organizações e empresas que lidam com suporte logístico:

(...) a área de gerenciamento de obsolescência vem se desenvolvendo bastante nos últimos anos. Dessa maneira há grupos que fomentam o conhecimento por meio de seminários, encontros, organismos normatizadores etc. A participação e a produção de conhecimento científico na área são salutares para organizações que tratam o suporte logístico a sistemas complexos de maneira séria (Apêndice B).

As engenheiras da SNC, STANFORD, A. e MONARCH, E., consideram que “o monitoramento proativo pode ser extremamente lucrativo, ele pode evitar inúmeras horas de atraso e potencialmente milhões de dólares em gastos desnecessários” (Apêndice C). O engenheiro e supervisor da Embraer, FERES, F, ainda lembra que, “além de proteger a operação do produto, [a gestão de obsolescência] é uma oportunidade de desenvolver novos negócios” (Apêndice A).

1.4 Organização da Dissertação

A dissertação traz, em seus capítulos dois e três, uma breve introdução à sistemas complexos e gestão de obsolescência, com o objetivo de alinhar o conhecimento dos leitores ao ambiente industrial, de desenvolvimento de tecnologia, operação e ao mérito deste trabalho.

É então apresentada no capítulo cinco, uma proposta de solução para os problemas de obsolescência enfrentados durante o suporte de sistemas complexos.

O capítulo seis mostra a metodologia usada para colher as informações necessárias para este projeto, além das literaturas, em entrevistas feitas com profissionais que encaram a questão da obsolescência diariamente. As entrevistas foram realizadas pelo autor, Felipe Francisco Vieira, e se encontram nos apêndices deste trabalho.

O capítulo seis apresenta ao leitor uma estruturação de dados, com o objetivo de facilitar a compreensão dos capítulos sete e oito, onde são apresentadas variáveis que proativamente irão priorizar sistemas e equipamentos, para monitorar a obsolescência destes.

O capítulo sete apresenta variáveis de impacto, que são usadas para medir o impacto da obsolescência de um item sobre o sistema, com o objetivo de priorizar estes sistemas para o monitoramento.

O capítulo oito apresenta variáveis de predição, que devem ser constantemente consultadas para prevenir que algum dos sistemas priorizados entrem em obsolescência sem o conhecimento da empresa e/ou cliente.

O capítulo nove apresenta organizações e empresas que oferecem ferramentas e serviços de monitoramento de obsolescência. Elas devem ser utilizadas quando a empresa não

possui condições técnicas ou não acredita ser viável realizar o monitoramento apresentado no capítulo sétimo.

O capítulo dez apresenta soluções paliativas, que devem ser implantadas sempre que uma obsolescência é identificada. É preciso então, que a empresa crie um processo de gerenciamento para os itens identificados como obsoletos, implementando soluções a curto e médio prazo.

Sistemas Complexos

Um sistema complexo é uma classe especial de sistema. Um sistema é um conjunto de partes, chamadas elementos, e suas respectivas conexões, chamadas de relações. Um exemplo disto é, se todas as partes de um carro são organizadas de forma específica, temos então a funcionalidade de um veículo. Quando estes sistemas interagem entre si, em uma estrutura hierárquica, de diferentes escalas, afetando uns aos outros, surge um sistema complexo. Os sistemas complexos normalmente são produtos, sistemas, redes e construções de alto custo e com muita engenharia (REN; YEO, 2006).

Os sistemas complexos são produtos, sistemas, redes e construções de alto custo e com muita engenharia. São bens de capital entre empresas que formam a espinha dorsal da economia e da sociedade modernas no que diz respeito ao desenvolvimento de novas tecnologias (REN; YEO, 2006).

As indústrias de sistemas complexos deveriam ser relativamente estáveis, mas garantir a cadeia de suprimentos durante todo o ciclo de vida dos produtos é um desafio.

As figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam exemplos de sistemas complexos que facilmente se adaptariam a este projeto: aeronaves, sistema de radares, usinas nucleares, ônibus espacial, navios, entre outros. Suas fabricantes são chamadas Original Equipment Manufacturer (OEM), também conhecidas como integradoras ou montadoras.

Figura 1 – Avião KC-390



Fonte: Embraer (2020)

Figura 2 – Radar RIR-980



Fonte: BAE (2019)

Figura 3 – Usina Nuclear Angra 1



Fonte: Eletrobras (2020)

Figura 4 – Ônibus Espacial *Discovery*

Fonte: NASA (2020)

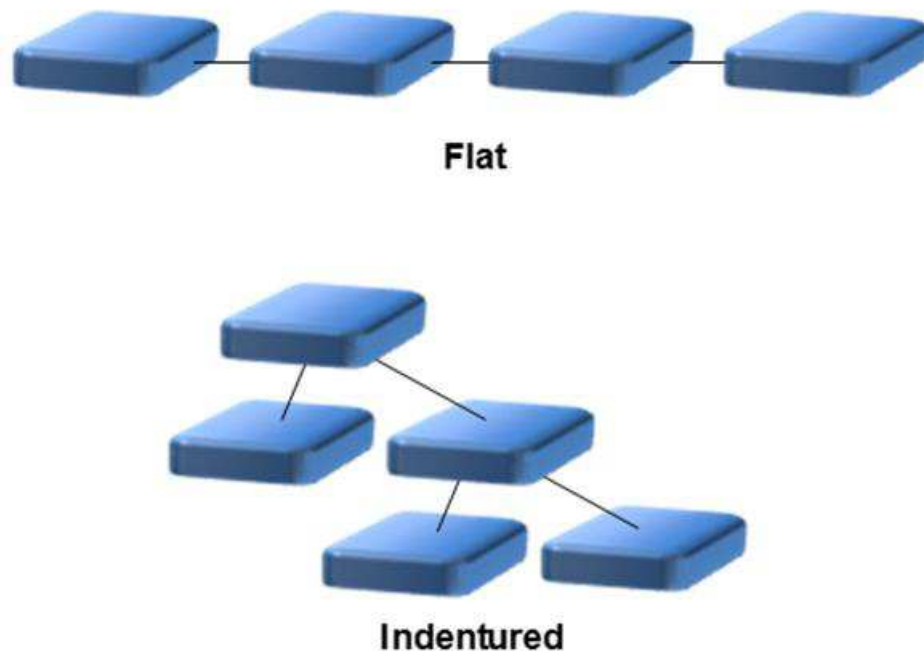
As principais características de um sistema complexo são:

- ❑ Os itens possuem um custo e financiamento de projeto normalmente alto;
- ❑ Sistemas complexos não são produzidos em larga escala, o ciclo de vida do produto pode ser estendido por décadas e a decisão de investimento pode levar meses ou anos, antes da fase de desenvolvimento e produção;
- ❑ O ciclo de vida de um sistema complexo normalmente envolve uma série de fases, incluindo prototipagem, modelo conceitual, desenvolvimento, fabricação, produção, entrega e instalação, suporte durante toda a vida útil do produto;
- ❑ Normalmente, estes sistemas possuem uma equipe de suporte dedicada, responsável por atividades como melhorias do produto, plano de manutenção, confiabilidade, reparo, cadeia de suprimentos, análise de custos e uma equipe dedicada à inovação;
- ❑ Sistemas complexos devem possuir uma estrutura de produto, com relação de hierarquia e interconexões entre os seus subsistemas; e
- ❑ Podem ser customizados, de acordo com a necessidade do cliente.

2.1 Estrutura de um Sistema Complexo

Um sistema complexo é formado pelo conjunto estruturado de outros sistemas e componentes. A Bill of Material (BOM) é uma lista que identifica os materiais, componentes e itens de montagem usados para a fabricação de um sistema ou de uma Line-Replaceable Unit (LRU), esta, pode ser uma lista simples com o itens utilizados em um sistema, chamada de *flat*, ou uma lista hierarquizada que apresenta as relações entre os itens (geralmente representada em “*top-down*”, isto é, de cima para baixo, em relação à montagem dos componentes), esta por sua vez é chamada de *indentured* (SAUNDERS, 2006). A figura 5 mostra como a estrutura de produto pode ser representada.

Figura 5 – Tipos de Estrutura de Produto



Fonte: Saunders (2006)

Segundo Bartels et al. (2012), para garantir a gestão da informação e rápidas tomadas de decisão, é importante que cada item da Estrutura de Produto, independente de como ela esteja organizada, tenham as informações a seguir de forma clara e de fácil acesso:

- ❑ Fornecedor do item;
- ❑ Nome do item;
- ❑ Função geral do item (resistor, capacitor, memória, etc);
- ❑ Função específica do item (para memória, por exemplo, 128Mb NOR Flash);
- ❑ Item alternativo (se existir algum); e
- ❑ Características Físicas (conforme seção 7.4).

Cada item da estrutura de produto possui um código universal que o representa, chamado Part Number (PN). Este código pode ser composto por número, letras e caracteres. Ele é largamente utilizado, tanto pela fabricante, como por fornecedores e clientes.

Cada item da Estrutura de Produto, por sua vez, possui uma Bill of Substances (BOS), que é a lista de substâncias usadas para a fabricação daquele item. Por substâncias entende-se matérias primas básicas, normalmente sem formato ou utilização específica. A BOS deve conter informações essenciais, por exemplo:

- ❑ Número Chemical Abstracts Service (CAS);
- ❑ Condições ambientais;
- ❑ Classe de perigo;
- ❑ Classe de restrição; e
- ❑ Descrição da substância.

Todas as informações de BOM e BOS são essenciais para estruturar um processo de gestão proativa de obsolescência, pois elas serão o ponto de partida para o processo de priorização e monitoramento.

2.2 Sistemas Militares

Todas as empresas, independente se prestam serviços para civis ou militares, devem monitorar a obsolescência de seus produtos, algo tão simples como as indústrias de bicicletas, por exemplo, precisam estar cientes da obsolescência de cabos de câmbio (Apêndice C). Mas é importante ressaltar que sistemas militares possuem peculiaridades, como por exemplo, a utilização de itens exclusivos e com informações controladas.

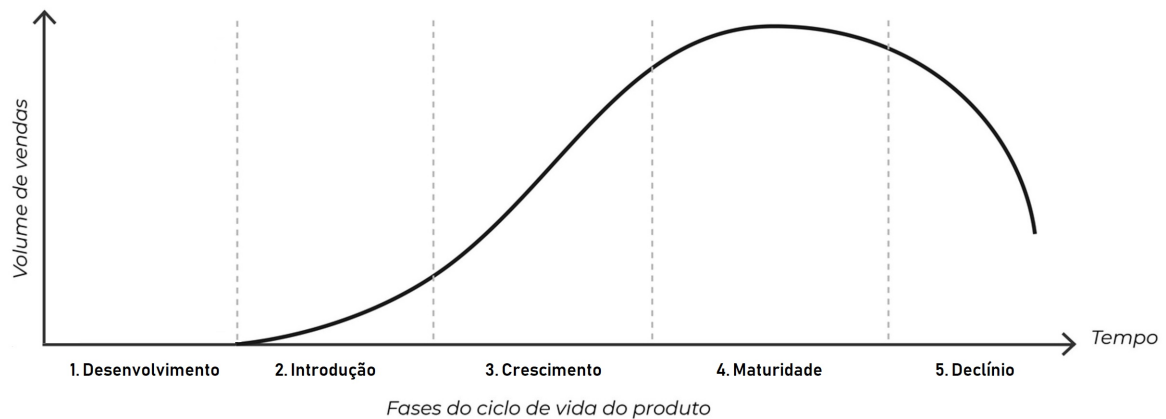
Os chamados itens Commercial off-the-shelf (COTS), por exemplo, são produtos comerciais prontos ou disponíveis para venda, que são então adaptadas para atender às necessidades do mercado, em vez de soluções personalizadas ou sob medida. Não é muito comum que estes itens sejam usados em equipamentos militares, o que limita as informações deste item somente aos seus fornecedores originais.

2.3 Ciclo de Vida do Produto

O Ciclo de Vida do Produto é modelado através de uma sequência de estágios pelos quais cada produto progride até atingir o estágio em que é finalmente abandonado ou descontinuado do mercado. Em outras palavras, a vida de um produto é finita e avança através desses estágios, isto é, do desenvolvimento e introdução ao crescimento, maturidade e declínio. O ciclo de vida de um produto é mostrado na Figura 6.

Essas fases podem ser divididas em menores, dependendo do produto e deve ser considerado quando um novo produto for introduzido no mercado, pois determina o desempenho de vendas do produto. Ter o ciclo de vida do produto bem definido capacita a empresa a identificar em qual momento um produto está, e inclusive, este método será empregado neste trabalho, para identificar casos de obsolescência ou provável obsolescência (KOMNINOS, 2002).

Figura 6 – Gráfico do ciclo de vida do produto



Fonte: evolve (2020), adaptado

2.3.1 Fase de Desenvolvimento

A fase de desenvolvimento do produto começa quando a empresa desenvolve uma nova solução para o mercado. As características desse estágio estão na ausência de vendas, nos primeiros esboços do marketing, mas principalmente nos crescentes investimentos.

Durante esta fase, deve-se projetar os componentes levando em consideração o tempo de vida que se deseja para o produto final. Contratos com fornecedores (se houver) devem levar em conta a disponibilidade do item nos próximos anos, e sempre que possível responsabilizar o fornecedor contratualmente, pelo desenvolvimento de uma solução para seu item obsoleto.

Durante esta fase não é necessário nenhum monitoramento caso o tempo de desenvolvimento não ultrapasse o tempo previsto e acordado entre a indústria e seus fornecedores.

2.3.2 Fase de Introdução

Este é o momento de iniciar as vendas e apostar em uma estratégia de marketing para que o produto seja lançado e alcance o conhecimento do seu público-alvo. Esta fase é normalmente caracterizada pelo alto custo de produção, devido à baixa demanda, frequentes modificações e falta de equipamento de produção especializado.

Nesta fase o faturamento começa, mas nem sempre o lucro está presente. Este é um momento bastante sensível da estratégia, pois ainda não gera grandes receitas.

2.3.3 Fase de Crescimento

Concluída a fase de introdução, é necessário focar na sua estabilização no mercado, com o objetivo de alcançar a liderança. Neste momento, a linha de produção já possui uma estabilidade, não demandando muito investimentos em equipamentos, treinamentos

e estruturação. Ou seja, entende-se por um ciclo no qual não demanda muitos esforços para gerar receita, enfim chegando o lucro.

Outra vantagem da fase de crescimento é que com a produção e distribuição em massa, preços podem ser reduzidos e uma maior competitividade de mercado pode ser alcançada, caso exista um grande número de competidores.

2.3.4 Fase de Maturidade

Nesta fase o produto está no auge do seu potencial de mercado, e depois de todo o lucro as vendas se estabilizaram. É um estágio arriscado para o negócio, pois a falta de crescimento pode significar que outros fabricantes entraram no mercado com um menor custo ou produtos com maiores benefícios.

O ideal durante a fase de maturidade é que ela se mantenha pelo maior tempo possível, garantindo assim o lucro da empresa antes que o produto entre em declínio. E mantê-lo mesmo diante de uma guerra de preços, que fatalmente a concorrência irá promover, se torna um desafio ainda maior.

2.3.5 Fase de Declínio

A baixa demanda e também a diminuição de lucros da empresa normalmente caracterizam a fase de declínio de um produto. Não é fácil se manter no topo e estender a fase de maturidade de marcas e produtos por tanto tempo.

As rápidas evoluções tecnológicas, escassez de matérias primas e melhorias nas legislações ambientais também podem provocar a fase de declínio de um produto. É justamente aqui que começa o objeto de nosso estudo, a obsolescência. O fim do ciclo de vida de um produto é chamado de *Phase-Out*, e isto se dá, na maioria das vezes, devido à obsolescência.

Obsolescência

Bartels et al. (2012) define a obsolescência como “o status atribuído a uma peça quando ela não estiver mais disponível no fabricante original”. No meio militar, a obsolescência é conhecida como Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages (DMSMS), que em português pode ser traduzido como a Diminuição das Fontes de Manufatura e Escassez de Material. Em sistemas militares, o ciclo de vida dos sistemas são maiores que o ciclo de vida das tecnologias, tornando o DMSMS inevitável (SAUNDERS, 2006). Vários fatores podem levar a obsolescência de um item, e serão estudados neste capítulo.

3.1 Causas da Obsolescência

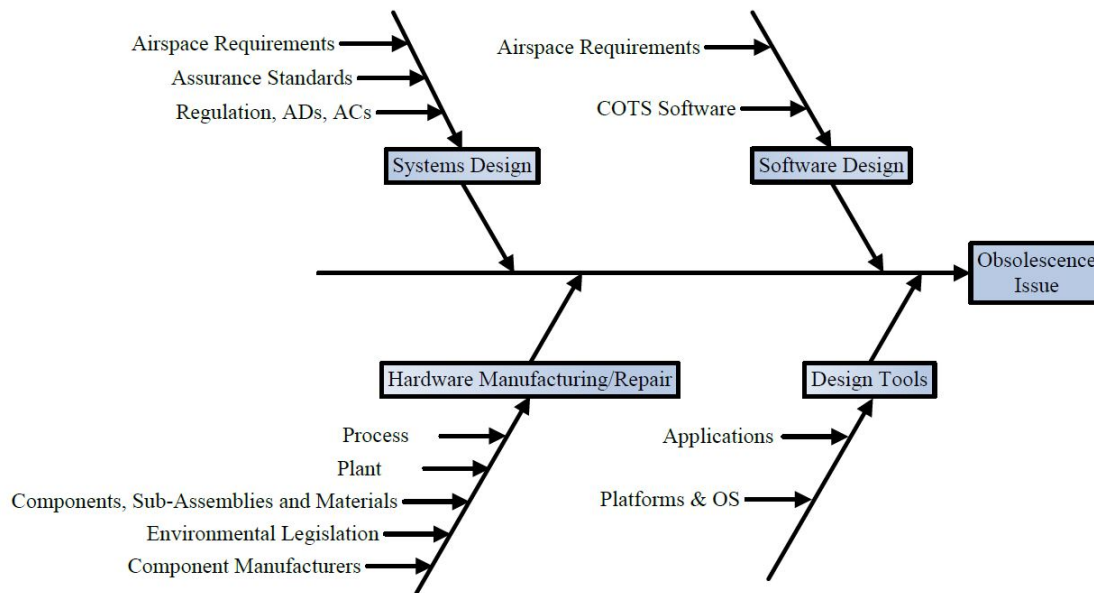
Estudar os principais motivos capazes de causar a obsolescência de um componente ou sistema complexo é de extrema relevância, pois estes fatores devem ser levados em consideração para criar um processo eficaz de monitoramento. De acordo com Wilkinson (2015), podemos dividir as causas de obsolescência em dois grandes grupos: o primeiro deles é quando a obsolescência é causada pelo fornecedor, devido a sua cadeia de suprimentos, o outro é quando a obsolescência é causada pelo lado da OEM ou clientes, devido à baixa demanda.

Devido a rápidas mudanças tecnológicas, o gerenciamento robusto de DMSMS e o monitoramento proativo de hardwares eletrônicos deve ser o foco principal das orientações e esforços de gerenciamento (SAUNDERS, 2006). A figura 7 apresenta o diagrama de Ishikawa com algumas das causas de obsolescência de um sistema complexo avião, estudado por Wilkinson (2015).

Desafios como: surgimentos de novas normas aeroespaciais, ambientais e de segurança, evolução de processos e métodos de fabricação, assim como escassez de matérias primas e evolução de sistemas operacionais, são as principais causas apontadas por Wilkinson (2015).

Há também os que defendem que a obsolescência pode, em muitos casos, ser causada propositalmente pelos seus fornecedores, como forma de lucrar com o desenvolvimento e a

Figura 7 – Diagrama de Ishikawa - Causas de Obsolescência



Fonte: Wilkinson (2015)

venda de equipamentos substitutos. A figura 8, mostra a charge de Diego Novaes, ironizando a intenção de lucro das empresas ao desenvolverem equipamentos com limitações, para que futuramente seja desenvolvido um novo que o torne obsoleto.

Figura 8 – Charge - Obsolescência Programada



Fonte: AND (2012)

3.2 Prejuízos causados por Obsolescência

Em entrevista realizada com as engenheiras STANFORD, A. e MONARCH, E., elas enfatizaram que o monitoramento de obsolescência pode ser extremamente lucrativo, podendo evitar inúmeras horas de atrasos e potencialmente milhões de dólares em gastos desnecessários. As engenheiras citam um acontecimento da Delta Air Lines, onde várias aeronaves ficaram no chão, sem a possibilidade de voar, por alguns meses devido à um duto do lavatório que ficou obsoleto. Isto só ocorreu porque a Boeing não rastreou a obsolescência e não estava ciente do impacto ao usuário final (Apêndice C).

3.3 Gestão de Obsolescência

A norma DMSMS requer que se aborde o problema da obsolescência de forma proativa, ou seja, antecipando problemas e resolvendo-os da maneira mais econômica e satisfatória para os clientes (SAUNDERS, 2006); (BARTELS et al., 2012). Mas também existe a abordagem reativa, que é quando se decide não monitorar o sistema. As sessões a seguir explicarão como se dão as gestões reativa e proativa.

3.3.1 Gestão Reativa

A gestão reativa é responsável por mitigar o problema depois que um item já foi identificado como obsoleto. Não é comum que as indústrias já tenham um plano para solução reativa de obsolescência, pois na maioria das vezes a única saída é a modificação ou evolução do produto, e isto se dá ao fato de que a empresa não se preparou com antecedência para procurar outros meios com bom custo benefício.

O que torna o processo de gestão de obsolescência reativo é a falta de monitoramento ou processo para a rápida tomada de decisões dentro das empresas. Um processo reativo pode custar caro, visto que as soluções, quando analisadas posteriormente, podem gerar altos custos de engenharia, logística, e até multas contratuais com clientes, devido a indisponibilidade dos sistemas contratados.

3.3.2 Gestão Proativa

Agir de forma proativa, significa antecipar demandas e solucioná-las antes que evoluam para algo insolúvel. No caso da gestão de obsolescência isso se torna necessário, pois um componente obsoleto pode impactar a produção, estoque e operação dos clientes. O principal meio de realizar uma gestão proativa é através do monitoramento de fornecedores, análise dos componentes dos produtos, sob os aspectos de contratos, características físicas, performance, etc, com o intuito de priorizar os itens que apresentam maior risco de obsolescência, possibilitando a ciência prévia da obsolescência.

Para FERES, F., o monitoramento proativo possui grande importância para minimizar custos e evitar interrupção de atividades:

A antecipação a dificuldades/problemas é um ponto explorado em todos os setores, buscando evitar a interrupção de atividades (que pode causar multas, penalizações) e minimizar despesas na manutenção da operação, E se isso for feito proativamente, as consequências negativas (...) podem ser minimizadas ou até evitadas (Apêndice A).

Esta gestão dará à indústria tempo hábil para mitigar o problema, Sandborn (2008) cita os meios mais comuns usados pela indústria para mitigar a obsolescência, entre eles: negociação com o fornecedor, *Last Time Buy*, garantir o estoque de componentes, canibalização, procura de componentes alternativos, procura de componentes substitutos, entre outros. O capítulo 10 melhor exemplificará as possíveis soluções paliativas para a obsolescência.

Quando não se realiza um processo proativo, normalmente não se tem tempo hábil para encontrar soluções paliativas, e a única solução restante é o reprojetado do sistema, isto pode custar milhares ou até milhões de dólares, dependendo da complexidade e tecnologias envolvidas.

Proposta

Existem diversos métodos e análises disponíveis para monitorar a obsolescência de componentes de um produto, mas a literatura é falha no que diz respeito ao monitoramento de um sistema complexo como um todo. Empresas de diversos nichos que desenvolvem sistemas complexos e prestam serviços à órgãos governamentais e militares possuem dificuldade em manter seus sistemas operacionais por muitas décadas, o que normalmente é exigência durante as licitações de compras e suporte.

A proposta deste trabalho, então, é abordar uma metodologia de priorização, monitoramento e soluções paliativas de obsolescência em sistemas complexos, especialmente durante a operação destes. A metodologia proposta se baseia nas normas definidas pelo United States Department of Defense (USDoD), chamada DMSMS, e também em entrevistas com especialistas da área.

A proposta de priorização é identificar variáveis e equações capazes de refinar a BOM da aeronave ou outro sistema complexo e priorizar quais itens devem ser monitorados, assim como sua frequência de monitoramento.

Para o monitoramento, foram unidas duas metodologias já empregadas na indústria. A metodologia de *forecasting*, onde já existem empresas especializadas em prestar este tipo de serviço. A segunda metodologia é a análise de variáveis preditivas, como por exemplo, o monitoramento de legislações (ambientais e de segurança) que limitam o uso de substâncias em determinados produtos. Essas legislações devem ser monitoradas, pois uma substância proibida pode ser a causa de obsolescência de um item.

Após a descoberta de uma obsolescência é necessário que a empresa tome soluções paliativas, para evitar gastos desnecessários. Este projeto propõe as seguintes soluções a curto prazo: provisionamento de estoque, canibalização de itens, utilização de alternativos ou equivalentes e compras em mercados de reposição.

Por fim, este projeto traz vivências e experiências de pessoas responsáveis pela gestão de obsolescência em diversos níveis de negócio: fornecedor, montadora/integradora (OEM) e cliente. Com o objetivo de que através do conhecimento adquirido por meio de entrevistas e pesquisa de mercado, seja desenhado o melhor processo e metodologia capaz

de minimizar os impactos da obsolescência na operação de clientes.

Metodologia

Por meio de entrevistas de campo com engenheiros renomados e estudo aprofundado das pesquisas existentes, este trabalho irá propor uma metodologia para o gerenciamento proativo da obsolescência de sistemas de produtos complexos em operação, com foco em soluções paliativas e de monitoramento, procurando ser capaz de, se não evitar, identificar ou antecipar um eventual problema de suporte do sistema em tempo hábil para a adoção de ações corretivas.

As entrevistas são realizadas com engenheiros da Embraer S.A., Sierra Nevada Corporation e com a Força Aérea Brasileira. O objetivo das entrevistas é conhecer as metodologias utilizadas por eles para gerenciar a obsolescência de seus sistemas complexos e entender os problemas causados pela obsolescência e as soluções aplicadas.

A Embraer S.A. é uma empresa brasileira, a terceira maior fabricante de aeronaves do mundo. Atua na área de aeronaves comerciais, executivas, agrícolas e militares, peças aeroespaciais, serviços e suporte. Será entrevistado o supervisor de Engenharia de Suporte ao Produto, Fabrício Feres BATTAGLIN. O engenheiro tem uma vasta experiência em suporte ao cliente com um histórico de trabalho na indústria aeronáutica e aeroespacial.

A Sierra Nevada Corporation é uma empresa americana líder na solução dos desafios mais difíceis do mundo por meio de tecnologias avançadas de engenharia em Sistemas Espaciais, Soluções de Negócios e Segurança e Defesa Nacional. Serão entrevistadas as engenheiras Ashley STANFORD e Elizabeth MONARCH, ambas responsáveis pelo programa de gerenciamento de obsolescência de aeronaves da Força Aérea Americana.

A Força Aérea Brasileira possui a maior frota de aeronaves militares da América Latina, incluindo aviões de combate, ataque ao solo, transporte, reabastecimento aéreo, treinamento, serviços públicos, vigilância e helicópteros. Será entrevistado o engenheiro Coronel Fernando Marcus da Rocha CERQUEIRA, responsável pelo programa de Gerenciamento de Obsolescência da AMX. Coronel Cerqueira possui experiência em engenharia aeroespacial, com foco em materiais e processos para engenharia aeronáutica e aeroespacial.

Para desenvolver a metodologia de gerenciamento proativo, serão utilizadas as ne-

cessidades de um sistema de avião, levando em consideração as entrevistas realizadas e a experiência do autor com o gerenciamento de obsolescência do KC-390, aeronaves de carga e multi-missão e o Super Tucano, ataque leve aeronaves turboélice e treinamento avançado, ambos desenvolvidos pela Embraer S.A. para atender às necessidades de várias forças aéreas do mundo.

Estruturação dos Dados

Para que exista um monitoramento proativo eficaz, é necessário que diversas variáveis sejam estudadas com o objetivo de prever o impacto que a obsolescência de um produto pode causar no sistema, assim como a probabilidade deste produto ficar obsoleto em um futuro próximo. O objetivo de usar variáveis no monitoramento de um sistema é a priorização de produtos, visto que o monitoramento pode se tornar um trabalho exaustivo e ineficiente quando aplicada a uma estrutura de produto muito grande.

As engenheiras STANFORD, A. e MONARCH, E. enfatizam a importância de se atentar a todas as variáveis capazes de colaborar com o processo de monitoramento:

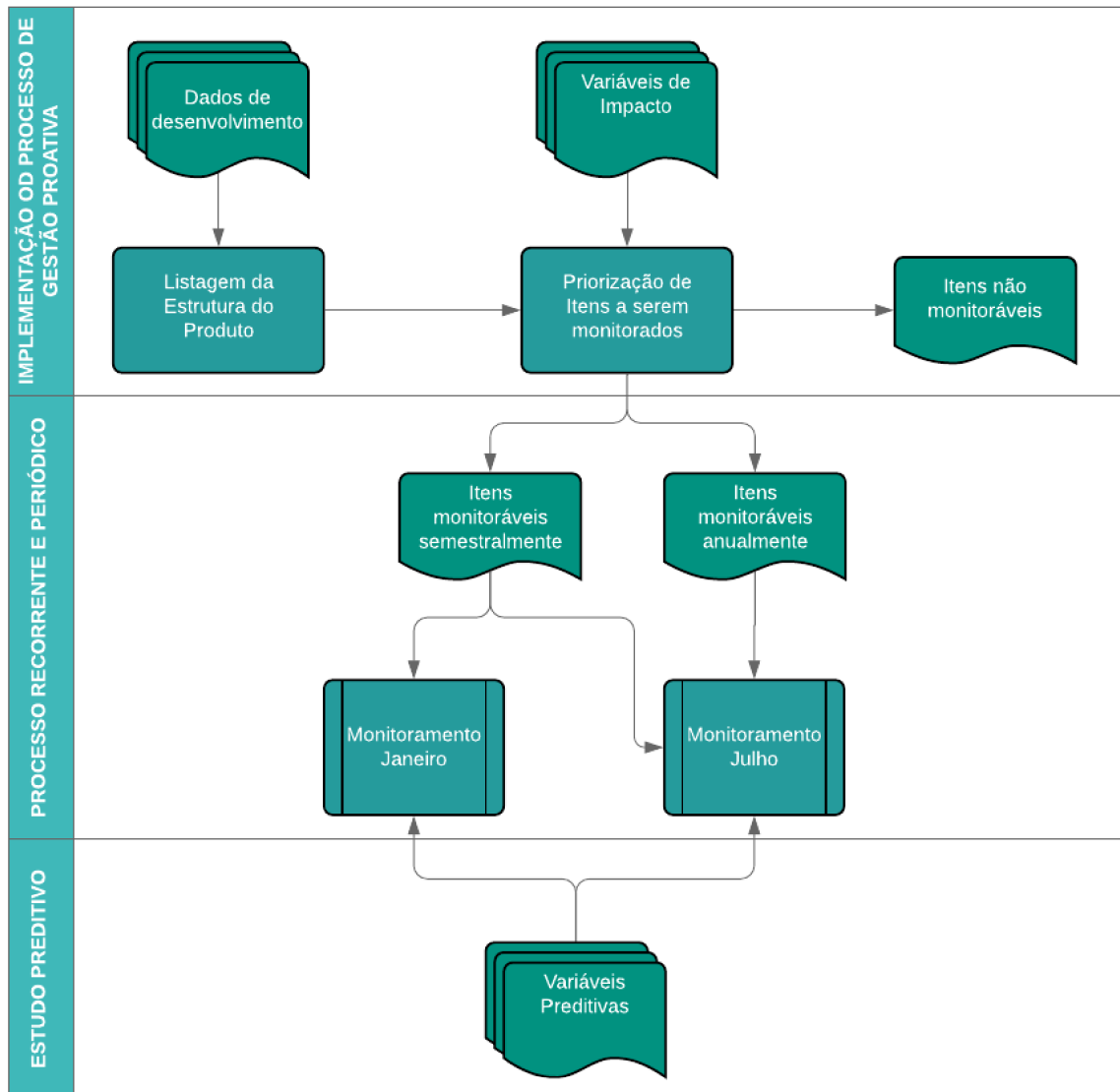
(...) um sistema totalmente robusto precisa levar em conta todas as variáveis para atribuir um nível de risco apropriado. Tudo, desde o tempo para fabricação da nova peça, até a data para a última compra, o tempo de desenvolvimento de um novo componente, e até, no caso da SNC, o período de tempo necessário para obter a certificação do governo estadunidense (Apêndice C).

Os capítulos 7 e 8 apresentam variáveis que devem ser utilizadas para realizar este monitoramento, elas são embasadas na norma DMSMS, entrevistas realizadas com profissionais (Apêndices A, B e C), e também na experiência do autor aplicada a sistemas complexos aeronáuticos. As variáveis de monitoramento são divididas em duas classes:

- ❑ Variáveis de impacto: capazes de medir o impacto da falta de um item para o sistema complexo, essas variáveis são utilizadas para a priorização dos itens a serem monitorados.
- ❑ Variáveis de predição: utilizadas para realizar uma análise preditiva de cada componente, com o objetivo de prever a obsolescência deste item. Essa análise deve ser feita para os itens priorizados no tópico anterior.

O fluxograma da figura 9 mostra como deve ser realizada a estruturação dos dados, com base na experiência do autor na indústria aeronáutica.

Figura 9 – Estruturação de Dados



Fonte: o autor (2020)

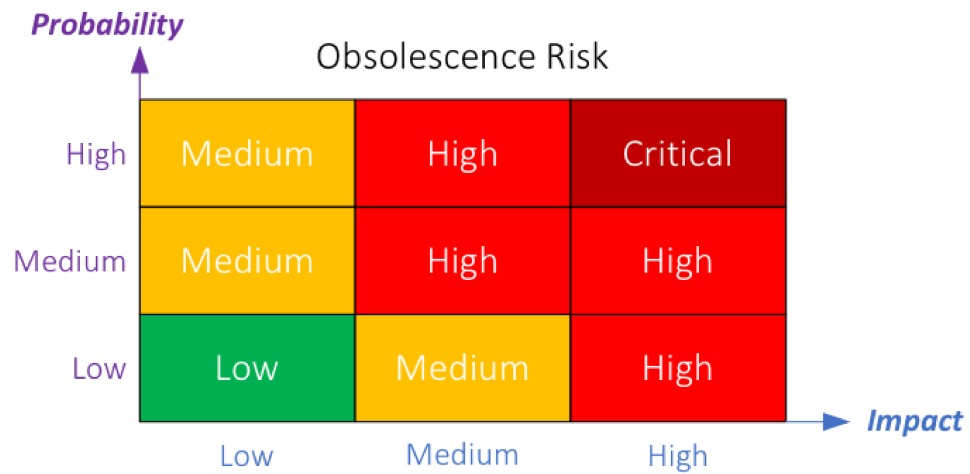
Com os dados de impacto e predição (probabilidade), é possível então criar uma matriz, onde se pode ter uma gestão a vista dos itens com maior risco de obsolescência, como mostrado no exemplo da figura 10.

Uma matriz de risco, pode colaborar para a análise de custos e prioridades durante a fase de soluções paliativas, tema que será discutido no capítulo 10.

Um item crítico indica que existe uma grande probabilidade dele ficar obsoleto, de acordo com a análise de predição. Também indica que o impacto caso este item fique obsoleto será alto. Ou seja, itens críticos devem ganhar grande atenção do fabricante, pois certamente afetará a disponibilidade do sistema complexo e consequentemente a satisfação do cliente.

Um item baixo, além da pouca probabilidade de ficar obsoleto, não causará grande

Figura 10 – Matriz de Risco



Fonte: AssetGuardian (2017)

impacto na operação. Não se pode esquecer destes itens, mas não é viável manter um monitoramento assíduo para eles.

Já os itens com criticidade média ou alta, devem ser analisados de acordo com os recursos disponíveis e priorizados de acordo com a estratégia de negócio da empresa, lembrando sempre que a satisfação do cliente e disponibilidade do sistema estão em jogo.

Priorização de Componentes

As variáveis de impacto são usadas para medir o impacto da obsolescência de um item sobre o sistema. O comum é que estas variáveis sejam coletadas internamente na OEM, pois o objetivo é medir quais as consequências a empresa terá caso aquele item fique indisponível, tanto na linha de produção, quanto para suprir o *aftermarket*.

Antes de iniciar qualquer processo de monitoramento é necessário definir prioridades, pois pode não ser financeiramente viável monitorar todos os itens de um sistema complexo, por este motivo surge a priorização de componentes. A tabela abaixo representa uma análise de riscos com base nas ações tomadas pela fabricante.

Tabela 1 – Gestão de Riscos

Ação	Resultado
Monitorar todos os itens	Baixo risco, mas alto custo de monitoramento
Monitorar nenhum item	Alto risco, mas baixo custo de monitoramento
Fazer uma análise de impacto com o objetivo de priorizar itens para determinar a necessidade de monitoramento de cada um	Risco e custo de monitoramento otimizados

Fonte: Saunders (2006), adaptado

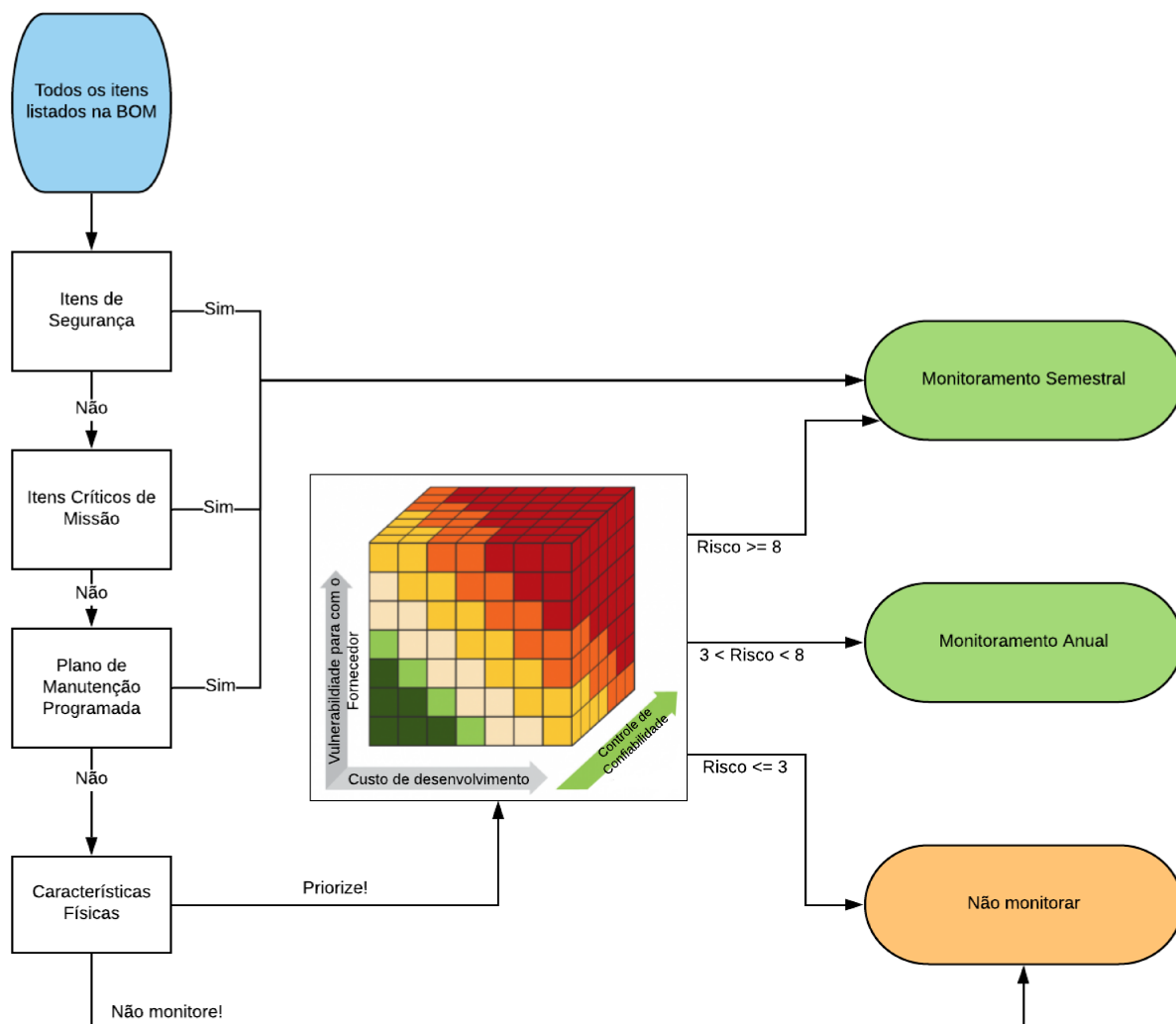
Coronel Engenheiro CERQUEIRA, F. enfatiza a necessidade da priorização de componentes:

É importante ressaltar que não conseguimos prever tudo. Eventualmente, mesmo com uma sistemática robusta de gerenciamento de obsolescência, podemos ser surpreendidos com algum problema sério a ser endereçado. Trata-se de um problema de gestão de riscos, com características de uma equação de risco: mais/menos gasto implica em menos/mais risco (Apêndice B).

O processo de priorização, em geral, precisa ser executado apenas uma vez, a menos que, por exemplo, sejam obtidos novos dados que exijam que a empresa considere novos subsistemas que foram abordados posteriormente. Ao priorizar o sistema, é necessário determinar o escopo e o foco do programa de gerenciamento de obsolescência, deve-se então criar uma abordagem baseada em risco e estabelecer critérios de priorização apropriados.

Os critérios de priorização precisa ser customizado de acordo com o objetivo da OEM e as características do sistema complexo. Este capítulo irá abordar critérios de priorização para um sistema avião, desenvolvido e fabricado por uma empresa brasileira, embasados no conhecimento e experiência do autor. A figura 11 apresenta o fluxo de priorização dos itens que compõem o avião.

Figura 11 – Fluxograma de priorização de componentes



Fonte: o autor (2020)

O primeiro passo é o levantamento de todos os itens que compõem este sistema, a chamada BOM - Bill of Material. A partir da BOM, todos os itens passarão por

um filtro primário de seleção, onde todos os itens com características específicas serão alocados no monitoramento semestral, são eles, os itens de segurança, críticos para missão e pertencentes ao plano de manutenção programada. Após isto é necessário verificar as características físicas do item para selecionar quais passarão por uma segunda priorização e quais serão descartados do monitoramento. A segunda priorização levantará dados de vulnerabilidade de fornecedores, custo de desenvolvimento e controle de confiabilidade.

A priorização nesse processo não é uma classificação de subsistemas a serem monitorados, em vez disso, é uma determinação “sim” ou “não” de quais partes do sistema devem ser monitorados ativamente, quando e com que frequência. Todas estas características são melhor explicadas nas seções a seguir.

7.1 Itens de Segurança

A avaliação de segurança do sistema avalia o design dos sistemas que executam funções no nível da aeronave para determinar se os eventos de perigos associados foram adequadamente abordados.

É comum na indústria aeronáutica, e também em diversas outras indústrias, que sejam feitas estas análises de segurança dos subsistemas e sistemas, estas análises acontecem durante o desenvolvimento e também em todo o ciclo de vida do produto. A técnica normalmente utilizada é a Análise Funcional de Perigos, a fim de mostrar que o Conceito de Desenvolvimento Segurança-Falha foi aplicado adequadamente ao Sistema (WILKINSON; KELLY, 1998). Para tanto, é necessário observar os seguintes aspectos:

- ❑ Integridade e qualidade do projeto;
- ❑ Redundância;
- ❑ Manutenção;
- ❑ Operação de emergência;
- ❑ Verificabilidade.

É necessário que durante a estruturação de um processo de gestão de obsolescência, uma lista de todos os itens pertencentes à sistemas de segurança seja gerada. Estes itens devem ser monitorados com uma maior frequência, pois a falta deles pode gerar uma falha catastrófica, para a aeronave e para as pessoas envolvidas.

7.2 Itens críticos de missão

O Minimum Equipment List (MEL) é um documento muito importante para a operação das aeronaves, pois apresenta os itens críticos para uma determinada missão, em

outras palavras, é uma lista com os itens fundamentais do avião, os quais ele não pode decolar sem. A International Civil Aviation Organization (ICAO) define o MEL como a “lista que prevê a operação de aeronaves, sujeitas a condições específicas, com equipamentos específicos inoperantes” (MUNRO; KANKI, 2003).

A figura 12 mostra o exemplo de um conjunto de componentes presentes na MEL, as lâmpadas do trem de pouso, que só podem estar inoperantes caso a missão seja realizada durante o dia.

Figura 12 – Exemplo de uma lista MEL

40-7 Landing Lights	C	4	2	One inboard and/or one outboard light may be inoperative for night operations provided steep approach landings are not conducted.
	C	4	0	<u>May be inoperative for day operations.</u>

Fonte: THINK Aviation (2020)

Itens como o citado acima devem ser monitorados com uma maior frequência, pois a falta dele pode causar a indisponibilidade ou limitação de um sistema complexo. Sendo assim, a MEL deve ser comparada com o BOM do sistema e realizado a priorização do monitoramento destes itens.

7.3 Plano de Manutenção Programada

Kinnison e Siddiqui (2012) definem que a “manutenção é o processo que assegura que um sistema desempenhe continuamente a sua função com os mesmos níveis de fiabilidade e segurança para o qual foi projetado”.

Todo projeto de engenharia tem limitações físicas e não são perfeitos, os limitantes podem ser de produção, econômicos, tempo, entre outras (CORREIA, 2012). E justamente pela imperfeição dos projetos e pela degradação dos produtos durante o tempo é que existe a manutenção programada, também conhecida como preventiva.

Atualmente existem vários grupos de trabalho, organizados inicialmente pela *Boeing*, com o objetivo de otimizar os planos de manutenção de aeronaves, através de uma abordagem denominada Maintenance Steering Group (MSG-3).

Uma manutenção pode exigir a troca, restauração e até a inclusão de alguns componentes na aeronave (AIRBUS, 2014). Caso algum destes itens estejam obsoletos e sejam necessários para uma manutenção preventiva, pode-se ter problemas econômicos, de segurança e até diminuir o tempo do ciclo de vida do sistema. Por este motivo é de extrema importância que estes itens sejam monitorados com maior frequência.

7.4 Características Físicas

Existem diferentes tipos e categorias nas quais os itens de um sistema complexo podem ser classificados. Toda a BOM deve ser categorizada de acordo com as características de cada item, para que seja realizada uma priorização por tipo, visto que alguns deles não faz sentido o monitoramento com uma periodicidade baixa, enquanto outros, exige um monitoramento com maior frequência. A seguir são apresentadas as categorias principais de itens de um sistema, porém, cada sistema pode possuir peculiaridades e uma lista de categorias diferentes da apresentada.

Itens de Montagem Estrutural - Itens que auxiliam na montagem estrutural de uma aeronave. Por exemplo, parafusos, rebites, etc. Normalmente não é viável monitorar itens de montagem estrutural, a não ser que a matéria prima deste item seja passível de proibição por autoridades regulatórias ou passível de escassez.

Itens elétricos - Disjuntores, interruptores, lâmpadas, fios, cabos, etc. Pode ser viável monitorar estes itens, principalmente por estarem em constante evolução tecnológica, como é o caso das lâmpadas, que recentemente estão transitando para a tecnologia de LED.

Itens mecânicos - Eixos, bombas, acionadores, motores, etc. Pode ser viável monitorar estes itens, por estarem em constante evolução tecnológica e também por normalmente serem montados utilizando matérias primas que podem causar impacto ambiental, sendo passível de proibição a qualquer momento.

Itens de pintura, colagem e selagem - Tintas, colas e selantes são materiais que dificilmente vão sofrer revolução tecnológica, escassez de matéria prima ou baixa demanda. Mas estes artigos podem facilmente sofrer proibições devido ao impacto ambiental e também trabalhista.

Item usinados e/ou soldados - Chapas, placas e estruturas dificilmente vão ficar obsoletas, e normalmente são fabricados pela própria OEM. Este é um item que poderia ser eliminado do monitoramento.

Hardware Eletrônico - Hardwares Eletrônicos são os mais passíveis de ficarem obsoletos, a revolução tecnológica no mundo da eletrônica é comum, principalmente se tratando de equipamentos que utilizem processadores. Outro fator importante é que fabricantes projetam aparelhos que quebrarão rapidamente, ou, ao menos, passarão a funcionar com menos eficiência depois de um tempo, tudo para que as empresas precisem comprar mais. Estes itens devem ser monitorados com uma frequência maior que os demais.

Software - Após um determinado tempo ou número de versões, o software é abandonado, ou seja, deixa de ser suportado. Até a chegada desse dia, cabe a seu distribuidor, fabricante ou autor, manter fazer sua manutenção, principalmente no que diz respeito à segurança, de modo a manter seu funcionamento satisfatório. O custo dessa manutenção, em geral, é alto e tende a aumentar com o tempo, o que leva a definição de uma “política de manutenção”, que define como e quando correções e atualizações serão lançadas e por

quanto tempo determinadas versões serão suportadas. Os softwares também devem ser compatíveis com o sistema operacional, que também devem ser monitorados. Por exemplo, recentemente a Microsoft encerrou o suporte ao Windows XP, e todos os softwares com compatibilidade exclusiva deste sistema operacional ficaram automaticamente obsoletos (JR.,).

7.5 Vulnerabilidade para com os Fornecedores

A vulnerabilidade de um fornecedor será uma das variáveis para a análise de priorização e também para a análise preditiva do Capítulo 8, de formas diferentes. Nesta primeira fase de priorização o objetivo é verificar o quão vulnerável a empresa está com seus fornecedores em termos contratuais, e para isto, é necessário fazer um mapeamento de quais itens são fornecidos sob contrato firmado entre ambas empresas e suas cláusulas referentes à obsolescência.

Para o mapeamento dos contratos referentes a obsolescência, é necessário verificar as principais informações que afetariam a disponibilidade do item, caso o fornecedor não colabore de forma proativa para a solução do problema. O mapeamento tem como objetivo tornar todas as informações textuais em informações parametrizadas com o objetivo de criar categorização e notas para os contratos, uma forma de tornar quantitativa as informações que antes era somente qualitativas.

A seguir, exemplos de informações que devem ser buscadas nos contratos de fornecedores:

- ☐ O fornecedor possui obrigação contratual de monitorar periodicamente o ciclo de vida de seus produtos e possíveis obsolescência de sub itens? (Sim ou Não)
- ☐ Caso o item fique obsoleto, o fornecedor tem a obrigação contratual desenvolver uma nova solução intercambiável com a anterior? (Sim ou Não)
- ☐ Caso o item fique obsoleto, o fornecedor tem a obrigação contratual desenvolver uma nova solução com o mesmo controle de exportação e licenças do anterior? (Sim ou Não)
- ☐ Caso o item fique obsoleto, o fornecedor tem a obrigação contratual desenvolver uma nova solução Form, Fit and Function (FFF) (mesma forma, função e tamanho do anterior)? (Sim ou Não)
- ☐ Caso o item fique obsoleto, o fornecedor tem a obrigação contratual desenvolver uma nova solução “two-way” e “plug and play” em relação ao anterior? (Sim ou Não)
- ☐ Caso o item fique obsoleto, o fornecedor tem a obrigação contratual desenvolver uma nova solução com a confiabilidade igual ou melhor? (Sim ou Não)

- ❑ Quem deve pagar o desenvolvimento de uma nova solução? (OEM, Fornecedor ou Clientes)
- ❑ Com quanto tempo de antecedência o fornecedor tem a obrigação contratual de alertar a obsolescência de um componente? (quantidade em meses)

É importante salientar que caso algum fornecedor não possua contrato ou o contrato vigente não cubra a maioria dos itens citados acima, um plano de renegociação deve ser realizado para garantir que a OEM esteja o mesmo vulnerável possível.

7.6 Custos de desenvolvimento

Existem diversas técnicas para calcular o custo de desenvolvimento de um item, deve-se adotar aquele que já está em uso na companhia, para evitar retrabalho. Uma das maneiras mais eficazes de utilizar esta variável para criar um *ranking* de itens de maior custo, é usar o valor bruto de compra do item, que naturalmente possui relação ao seu custo de desenvolvimento.

Empresas de grande porte normalmente usam o Life Cycle Cost (LCC) para calcular o custo do ciclo de vida de um produto, este calculo abrange o custo de desenvolvimento, que pode ser facilmente discriminado do restante.

7.7 Controle de Confiabilidade

A confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo (ABNT, 1994). Ou seja, a confiabilidade está ligada ao futuro, com dados do passado, é uma projeção probabilística que aponta as chances do equipamento funcionar perfeitamente em um determinado espaço de tempo.

Esta variável é usada para medir o impacto de uma obsolescência, pois auxilia a projeção da demanda de compra ou reparo de um item no futuro. Isto pois com os dados de confiabilidade pode-se estudar as falhas de um item no sistema complexo. Existem duas variáveis normalmente calculadas pela equipe de confiabilidade:

Mean Time Between Unscheduled Removal (MTBUR) - A quantidade de remoções não programadas de um item no sistema complexo em determinado intervalo de tempo, independente da falha.

Mean Time Between Failure (MTBF) - A quantidade de falhas não esperadas de um item no sistema complexo em determinado intervalo de tempo.

Análise Preditiva

As variáveis de predição são usadas para prever a probabilidade de um item do sistema ficar obsoleto. É muito comum que estas variáveis sejam coletadas externamente à OEM, visto que o objetivo é estudar o mercado e características específicas de um produto e seu fornecedor. Saunders (2006) e o autor trazem recomendações de variáveis capazes de prever a perda ou perda iminente de fabricantes de itens ou fornecedores de itens ou matérias-primas. É ideal que se monitore a maior quantidade possível das variáveis apresentadas abaixo, pois elas são os principais causadores de obsolescência em produtos.

8.1 Materiais perigosos e restrições ambientais

Materiais perigosos normalmente são usados nos processos de fabricação industriais. As legislações e regulamentos mundiais sobre materiais perigosos estão se tornando regularmente mais rígidos. Tais materiais podem ser banidos completamente ou se tornarem difíceis e/ou caros de usar ou obter. Da mesma forma, as legislações para evitar materiais que causam algum impacto ambiental estão ficando constantemente mais restritas. A proibição de uma matéria prima ou substância pode causar a obsolescência de todos os produtos que a usam, por este motivo, as legislações mundiais devem ser constantemente monitoradas.

Saunders (2006) cita algumas fontes de informações que devem ser constantemente consultadas:

- Registration, Evaluation, Authorisation, and Restriction of Chemicals (REACH), publicado periodicamente pela European Chemicals Agency (2020).
- Restriction of Hazardous Substances (RoHS), publicado regularmente pelo Council of the European Union (2020).
- Hazardous Material Target List (HMTL), publicada pela AIA (2016).

- DLA’s Strategic and Critical Materials (SCM) List, publicada mensalmente pela Defense Logistics Agency of America (2020).
- Aerospace Defense Declarable Substance List (ADDSDL), publicada a cada dois anos pela International Aerospace Environmental Group (IAEG) (2020).

É ideal que a OEM possua uma BOS consolidada e validada, com a informação de todas as matérias primas e substâncias de cada um dos produtos do sistema complexo. Isso ajudará a montadora a identificar facilmente produtos que contenham matérias primas e substâncias proibidas.

A consulta à BOS deve ser realizada todo momento que uma legislação é atualizada, normalmente ao proibir um item, os órgãos reguladores oferecem um tempo de adaptação para as empresas. Por este motivo, é de extrema importância que se monitore, para que as empresas tenham tempo hábil de modificar ou solicitar a modificação dos produtos aos seus fornecedores.

8.2 Saúde financeira dos fornecedores

O fornecedor sai do negócio ou passa por uma fusão e aquisição na qual a linha de produtos existente não se encaixa mais no novo portfólio de produtos. Isso é mais provável com fornecedores pequenos e/ou financeiramente vulneráveis que fornecem itens para empresas maiores que usam os itens para montar seu produto. As linhas de itens que são vendidas de empresas originais para outras empresas estão vulneráveis a serem descontinuadas (SAUNDERS, 2006).

8.3 Baixa demanda

O caso de negócios do fornecedor não é mais viável. Isso pode ocorrer com produtos de baixa demanda, potencialmente contendo materiais exóticos que são difíceis de fabricar ou envolvem grandes interrupções em atividades comerciais mais lucrativas. Isso também pode ocorrer como resultado de alterações na regulamentação (por exemplo, o fio de tungstênio-rênio foi afetado devido a regulamentações relacionadas à energia sobre o desuso de lâmpadas incandescentes) (SAUNDERS, 2006).

8.4 Escassez de matéria prima

O fornecimento cada vez menor de energia e minerais, essenciais para a indústria, não pode atender à crescente demanda global. De acordo com Moyo (2012), a alta demanda por commodities está sendo impulsionada por três fatores principais: a crescente população mundial, aumento da riqueza global e uma tendência acentuada para a urbanização.

O suprimento global de minerais como cobre é prejudicado por um declínio na qualidade, um número reduzido de descobertas e maior vulnerabilidade a intervenções políticas. Cada vez mais, as empresas precisam ir muito mais longe, em terrenos mais difíceis e em ambientes geopolíticos mais arriscados, a fim de garantir esses minerais. O crescente desequilíbrio entre a crescente demanda por recursos e a queda na oferta de mercadorias significa que é provável que os preços das mercadorias continuem a subir substancialmente e, assim, tornando-os inviáveis financeiramente.

É preciso monitorar regularmente a disponibilidade de uma matéria prima no planeta, visto que a alta do preço ou escassez da mesma pode gerar a obsolescência de um produto, se fazendo necessário desenvolver uma nova solução.

8.5 Evolução Tecnológica

É muito comum que componentes eletro-eletrônicos evoluam rapidamente de tecnologia, desde que a história da humanidade é conhecida, o homem busca a evolução de suas tecnologias, principalmente impulsionados pelas guerras e soberania de seus países (NETO et al., 2003). Um grande exemplo da evolução tecnológica impulsionado pela guerra e que continua até os dias atuais, são os processadores. O que começou com a “Maquina de Turing” durante a Segunda Guerra Mundial (TURING, 2004), hoje se transformou em processadores capazes de executar milhões de operações por segundo. A evolução tecnológica geralmente está atrelada a novas gerações de tecnologia que melhoram a performance ou funcionalidade de um produto (BARTELS et al., 2012).

8.6 Revolução Tecnológica

Diferente da Evolução Tecnológica, que evolui a tecnologia de um produto usando o mesmo método ou solução, na Revolução Tecnológica, uma nova tecnologia, método e formato são desenvolvidos para resolver um mesmo problema. Um grande exemplo de revolução tecnológica são os sistemas portáteis de armazenamento de dados, que começou com os disquetes, passando pelos CDs, DVDs e *pendrives*, e hoje se transformaram em arquivos armazenados diretamente da “nuvem”.

A revolução tecnológica vai variar muito de acordo com o sistema complexo estudado. Aeronaves, por exemplo, sofreram uma grande revolução tecnológica na última década, com a substituição dos rádios analógicos pelos digitais.

8.7 Crises Mundiais e/ou Locais

Eventos como a Crise Econômica Mundial de 2008, Guerra Fria, Segunda Guerra Mundial e também pandemias como Coronavírus e H1N1 nos leva a refletir sobre o impacto

das crises, mundiais e locais, na cadeia de suprimentos de todos os setores produtivos. De fato, estas crises são extremamente difíceis de prever em tempo hábil para uma solução, e certamente causará problemas no fornecimento de matérias primas e componentes para qualquer tipo de sistema complexo.

Feltri (2020) relata como a pandemia do Coronavírus impactou a cadeia de fornecedores de grandes fabricantes mundiais, o recente surto parou um centro muito crucial: a região de Hubei e toda a China, onde se originam 20% do comércio global de manufaturas. O que resta fazer nestes casos, é um monitoramento dos possíveis problemas e crises que estão por vir, para que seja feito uma mitigação, mesmo que a curto prazo, evitando que o problema causado seja drástico.

8.8 Evolução de Softwares

Saunders (2006) orienta que as empresas geralmente não consideram suficientemente lucrativo aplicar recursos para suportar versões antigas de software, eles preferem que os clientes atualizem para os produtos mais recentes. A capacidade de um programa de usar software está intrinsecamente ligada à obtenção de uma licença ou à compra do software de uma fonte confiável. Consequentemente, a capacidade reduzida de usar o software pode ocorrer quando versões mais recentes do software estão disponíveis ou não há mais a capacidade de ler a mídia digital na qual o software é entregue. Além disso, há uma capacidade diminuída de usar o software quando seu suporte termina. O suporte de software inclui aprimoramentos do produto para aumentar a capacidade ou diminuir a vulnerabilidade a ataques maliciosos, correção de erros e suporte geral para sua aplicação em ambientes específicos.

Alertas Automatizados

Além da análise preditiva apresentada no capítulo anterior, existem serviços de alertas de obsolescência. Estes serviços são normalmente oferecidos por banco de dados governamentais que controlam o estoque nacional de itens em seus países e também por empresas que oferecem uma terceirização do serviço de monitoramento de obsolescência.

A norma DMSMS recomenda que o programa de gerenciamento de obsolescência deve receber avisos automatizados de obsolescência do setor e alertas de ferramentas preditivas selecionadas.

9.1 Banco de dados governamentais

Infelizmente o Brasil não possui bancos de dados ou sistemas capazes de reunir todas as notificações de descontinuação de seus produtos nacionais. O governo estadunidense, por sua vez, mantém estas informações para seus produtos, e também para produtos estrangeiros que afetam a disponibilidade de sistemas complexos de suas forças armadas. Os banco de dados com estas informações são apresentadas nas seções a seguir:

9.1.1 GIDEP

O Government Industry Data Exchange Program (GIDEP) é uma atividade cooperativa entre governo e participantes do setor que buscam reduzir ou eliminar gastos de recursos compartilhando informações técnicas essenciais durante as fases de pesquisa, projeto, desenvolvimento, produção e operação do ciclo de vida de sistemas, instalações e equipamentos.

O GIDEP é uma ferramenta útil para oferecer suporte ao monitoramento e vigilância, porque desenvolveu uma rotina de pesquisa de lotes de peças que permite aos participantes do grupo enviar e comparar listas de peças com os identificadores de peças no banco de dados. O processamento em lote está disponível apenas para participantes registrados no grupo (GIDEP, 2020).

9.1.2 DLA

O Defense Logistics Agency (DLA) também fornece alertas de obsolescência para assinantes - incluindo serviços militares, agências governamentais, clientes e setor através de seu *data warehouse* compartilhado. Esses alertas gerados pela agência contêm informações não disponíveis no GIDEP, como a codificação do sistema de armas. Para itens gerenciados por eles, análises adicionais são feitas para determinar as opções de resolução, desde a solicitação dos usuários até a quantidade de compras necessárias (DLA, 2020).

9.2 Banco de dados não governamentais

Além do governo estadunidense, algumas empresas interessadas no compartilhamento de informações, criaram grupos para tal, como o caso do Component Obsolescence Group (COG), apresentado a seguir:

9.2.1 COG

O Component Obsolescence Group (COG) é um grupo de interesse especial de profissionais com ideias semelhantes, de todos os níveis da cadeia de suprimentos e de todos os setores e agências governamentais relevantes, preocupados em abordar e mitigar os efeitos da obsolescência. O grupo promove uma abordagem proativa para o gerenciamento da obsolescência e o desenvolvimento de processos para lidar com ela, através do compartilhamento mútuo e voluntário de questões, estratégias e soluções da obsolescência.

Os benefícios de participar do COG incluem reuniões trimestrais organizadas pelas empresas membros com apresentações e grupos de discussão, servidor de listas de e-mail que ajuda os membros a encontrar componentes e sessões de treinamento (COG, 2020).

9.3 Serviços de monitoramento

Muitas empresas não possuem acesso aos bancos de dados estadunidenses e também não se interessam em participar de grupos para compartilhamento de informações, outras decidem que não é financeiramente viável internalizar o monitoramento de obsolescência. Então, é muito comum que as grandes empresas terceirizem o monitoramento para empresas que oferecem o serviço de predição de obsolescência.

As empresas combinam a BOM com grandes bancos de dados, fornecendo informações sobre o estado atual de cada componente (se ele já está obsoleto ou não) e uma previsão sobre quando ele se tornará obsoleto. A previsão é baseada em um algoritmo que leva em consideração vários fatores, como tipo de componente e maturidade da tecnologia. Atualmente, esses algoritmos foram aprimorados para levar em conta outros fatores, como tendências de mercado. As ferramentas de monitoramento podem fornecer informações

sobre alternativas de FFF para substituir componentes obsoletos. Toda essa informação fornece a base para o planejamento e o gerenciamento proativo da obsolescência (ROJO; ROY; SHEHAB, 2010).

A seguir, será apresentado algumas das principais empresas e ferramentas que oferecem este serviço:

9.3.1 AVCOM

A BAE Systems gerencia a obsolescência em programas de manutenção de aeronaves através da implementação de nossa ferramenta automatizada Advanced Component Obsolescence Management (AVCOM). A BAE Systems pode integrar rapidamente dados adicionais de configuração de sistemas complexos e componentes no modelo AVCOM e, com base no uso e disponibilidade de peças, conclui uma análise logística.

A ferramenta possui recursos de alerta. Se um componente tiver um aviso de descontinuação emitido por um fabricante, um alerta de aviso será gerado e encaminhado às OEM. Um aviso também é gerado sempre que um status de componente muda de “ativo” para “inativo” no banco de dados AVCOM. Embora isso nem sempre indique um problema (ou seja, peças qualificadas adicionais ainda estão sendo fabricadas), a atividade geralmente nos permite recomendar a compra de estoque até que uma solução permanente possa ser colocada em campo.

Depois que um problema de obsolescência é identificado e verificado, e após a aprovação do cliente, a AVCOM identifica possíveis soluções. A BAE Systems trabalha em estreita colaboração com o cliente para ajudar nesse processo de tomada de decisão proativa (BAE, 2020).

A BAE System oferecem algumas vantagens que os colocam na frente de seus concorrentes, não eleas:

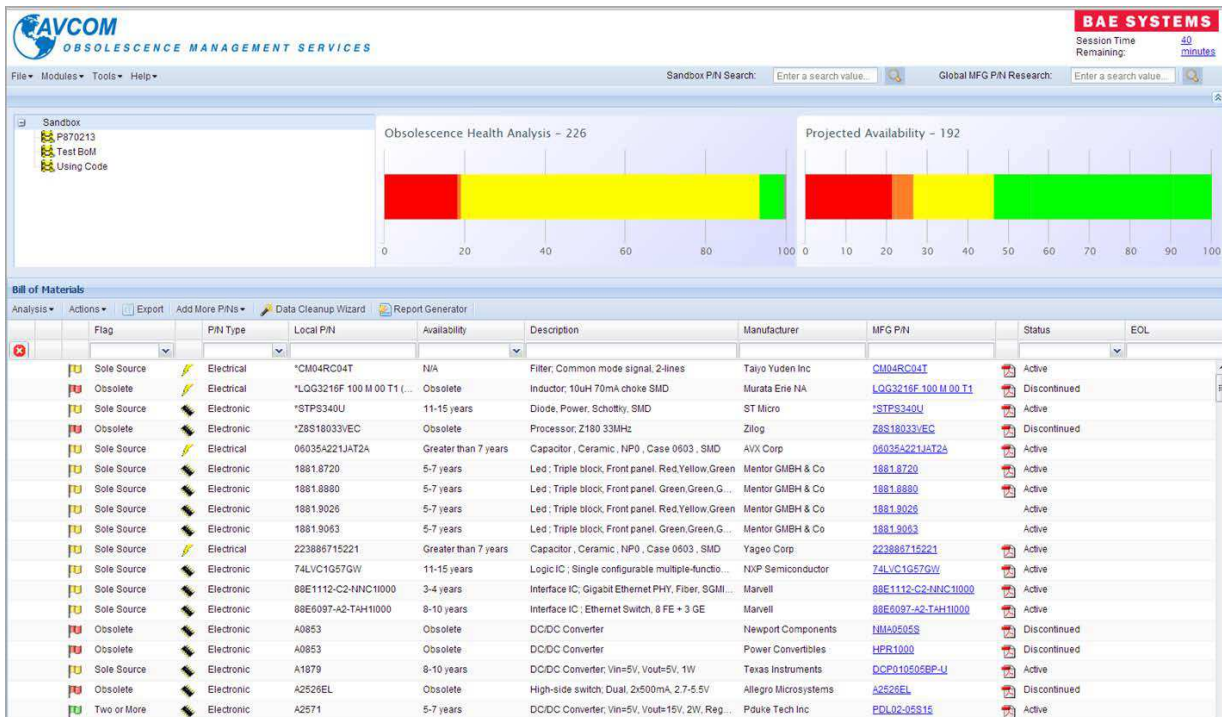
- Garante o gerenciamento de 100% da BOM;
- Gerencia todos os tipos de itens - Eletrônicos, Elétricos, Mecânicos, COTS, Hardware, Químicos, etc;
- Grupo de verificação de componentes que efetivamente entra em contato e desenvolve relacionamentos com fornecedores.

Mas o mais importante é o nível de monitoramento. O maior diferencial da AVCOM é que o monitoramento é feito também no nível LRU, não necessitando que a OEM precise enviar os dados referente à estrutura de produto de seus fornecedores.

As engenheiras STANFORD, A. e MONARCH, E. citam a BAE e a AVCOM como “empresa referência” para o gerenciamento proativo de obsolescência (Apêndice C).

A figura 13 apresenta a ferramenta AVCOM, o exemplo apresenta uma lista de itens e bandeiras informando o status destes no mercado.

Figura 13 – Ferramenta de obsolescência - AVCOM



Fonte: BAE (2020)

9.3.2 TPP

A Total Parts Plus (TPP) é fornecedora de conteúdo de dados de peças para conformidade ambiental do produto e gerenciamento do ciclo de vida. Os serviços de coleta e validação de dados da TPP, juntamente com nosso conjunto de ferramentas e aplicativos de software, fornecem uma solução abrangente para análise de dados e relatórios de conformidade (TPP, 2020).

O maior limitante da TPP é que o gerenciamento só é realizado componentes eletrônicos, não sendo possível monitorar no nível de LRU.

A empresa oferece quatro serviços referentes ao gerenciamento de obsolescência, são eles:

- Análise de BOM: verificação das listas de materiais (BOM) para identificar peças obsoletas, pelas duplicadas, números incompletos e fusões e aquisições;
- Engajamento do Fornecedor: os fornecedores são contatados para obter o status atual da produção, avisos de alteração do produto, consulta de peça substitutas ou alternativas;
- Análise de impacto: análise preditiva da integridade da lista técnica e previsão de fim da vida útil;

- Gerenciamento de BOM: alterações e reprojeção de engenharia, substituição de componentes por obsolescência ou impacto na conformidade ambiental. Estão disponíveis relatórios mensais de andamento, relatórios sob demanda e relatórios definidos pelo usuário.

A figura 14 apresenta a ferramenta TPP, o exemplo apresenta uma BOM, assim como a situação de cada componente.

Figura 14 – Ferramenta de obsolescência - TPP

Notes	Reference P/N	Catalog P/N	Description	Manufacturer	Generic/Pkg/Pins Flag	Generic/Pkg/Pins Availability	Generic Flag	Generic Availability	RoHS	EOL	REACH/SVHC Free Yes	Status
	100-112-542	70V357956BCGI	IC, CMOS, SRAM, 1M(32KX8), 3.3V, 8NS, SYNCHRONOUS PIPELINED, DUAL PORT	Integrated Dev Tech	Sole Source	3-4 years	Sole Source	3-4 years	✓		144	Active
	100-112-543	SMCJ119CA	TVS DIODE, 110V, 17V, BIDIRECTIONAL	LinearTech	2 or More	>18 years	2 or More	>18 years	✓		144	Active
	100-112-544	LM4040CIM3-5.0NOPB	IC, BIPOLAR, +5V FIXED VOLTAGE REFERENCE	National Semi	2 or More	11-15 years	2 or More	11-15 years	✓		144	Obsolete
	100-112-544	LM4040CIM3-5.0NOPB	IC, BIPOLAR, +5V FIXED VOLTAGE REFERENCE	Texas Instruments	2 or More	11-15 years	2 or More	11-15 years	✓		144	Active
	100-112-545	NLV1499960WR2G	IC, CMOS, 8-BIT ADDRESSABLE D LATCH, 3 TO 18V, 50NS	ON Semiconductor	2 or More	5-7 years	2 or More	5-7 years	✓		144	Active
	100-112-547	TPS79601DRBR	IC, BICMOS, VOLTAGE REGULATOR, 1.2 TO 5.5V, 1A, 5MV, ADJ, LINEAR, LDO	Texas Instruments	Sole Source	8-10 years	Sole Source	8-10 years	✓		144	Active
	100-112-548	BAR64-65WE6327	SILICON PIN DIODE ARRAY, 150V, 100MA, DUAL, COMMON CATHODE	Infineon Technologies	Sole Source	11-15 years	Sole Source	11-15 years		3/31/2012		Discontinued
	100-112-550	MAX232CPE+	IC, DUAL SINGLE-ENDED TRANSCEIVER, 4.5-5.5V, RS-232, COTT V.28	Maxim	2 or More	>18 years	2 or More	>18 years	✓		144	Active
	100-112-551	LT1585CMPBF	IC, BIPOLAR, VOLTAGE REGULATOR, 2.5 TO 3.6V ADJ, 4.6A, 0.05%, LDO	Linear Technology	Sole Source	8-10 years	Sole Source	8-10 years	✓		144	Active
	100-112-552	DSPIC30F1010-20E/SP	IC, DIGITAL SIGNAL CONTROLLER, 16 BIT, 20MPS	Microchip Tech	Sole Source	3-4 years	Sole Source	3-4 years	✓		144	Active
	100-112-554	IRFP150A	MOSFET, 100V, 3.5A, 0.6OHM, N CHANNEL	Fairchild Semi	Sole Source	11-15 years	Sole Source	11-15 years	✓		144	Active
	421001060	EC10DS2	Diode	Nihon Inter Electronics	Sole Source	11-15 years	Sole Source	11-15 years				Active
	421002150	M06024FGPQP	IC, CMOS, 16-BIT 8T I/O MICROCONTROLLER(M16C)ADC,DAC,3 USART,8 TIMER	Renesas Tech	Sole Source	3-4 years	Sole Source	3-4 years				Historical
	421002400	15S319	Diode	Toshiba	Obsolete	Obsolete	Obsolete	Obsolete		5/31/2008		Discontinued
	421002212	AD8403ARUZ100-REEL	IC, CMOS, QUAD 100 KOHM DIGITAL POTENTIOMETER	Analog Devices	Sole Source	3-4 years	Sole Source	3-4 years	✓		38	Active

Fonte: TPP (2020)

9.3.3 Q-Star

As soluções da Q-Star são suportadas pela Central Management Catalogue Agency (UK) (CMCA) e abrangem desde o simples monitoramento de seus componentes críticos com alertas por e-mail, avisos de alteração de produto, até um banco de dados personalizado de propriedade do cliente (QTEC, 2020).

A CMCA não se limita apenas aos componentes eletrônicos, embora obviamente eles formem uma grande porcentagem de possíveis itens problemáticos. Todos os tipos de produtos, incluindo eletromecânicos, mecânicos, pneumáticos, hidráulicos e de perfuração, além de óleos e produtos químicos são cobertos pela ferramenta (CMCA-UK, 2020).

A ferramenta é uma solução completamente flexível e adaptável que consiste nos seguintes elementos:

- Consultoria em Estratégia de Gerenciamento de Obsolescência;
- Planejamento de gerenciamento de obsolescência;
- Verificações de integridade e avaliações de impacto do gerenciamento de obsolescência;

- Rastreamento de todos os equipamentos nas suas listas de materiais;
- Notificação avançada de opções iminentes de obsolescência e mitigação;
- Fornecimento, aquisição e armazenamento de componentes e montagens críticos.

A figura 15 apresenta a ferramenta Q-Star, o exemplo apresenta uma BOM, assim como a situação de cada componente.

Figura 15 – Ferramenta de obsolescência - Q-Star

Help

Q-Star™ News

Support

Log Out

QStar™

Status

Reports

Parts Lists

Project Manager

Master Parts

Part Lookup

Research Request

User Prefs

Project Health Status

Download report

Distinct Parts

Active Projects

Project Hierarchy in Project Health Status

Project Name (Assy PN)	Total	Part Counts		User Resolved	Part Availability			GIDEP Alerts	Q-Star™ Alerts	PCN Advisories	Parts with LTB	Parts at Risk	Health Value	Env. Data	Parts With Notes
		Not Monitored	Unmatched Without Option		Unmatched With Option	Consult Mfr	Available								
41812	20		1	2	1	10	2	4	20			7	68	17	
COTSBOM	997		2	1	1	597	152	240	40	22	39	24	440	66	993
Counterfeit Parts	37		8	1	1	9	12	5	30	2	1	19	57	27	
Indenture (testing)	21		1			7	8	5	24			1	14	52	20
Parts at Risk	10					2	2		4			10	68	10	3
TOTAL	1085		12	4	2	625	176	254	118	24	40	25	490	62.20	1067

Click on any link to see a more detailed report. To return to this page click "Status" on the title bar.

Fonte: QTEC (2020)

9.3.4 SiliconExpert

Fundada em 2000, a SiliconExpert tem como objetivo ajudar empresas na tomada de decisões, mais rapidamente. Mais de 400 engenheiros eletricitas, de software e de dados fabricam banco de dados de componentes para fornecer ferramentas.

A SiliconExpert garante o gerenciamento toda da BOM, fornecendo recursos de análise de conformidades, disponibilidade no mercado, preços, e tempo de fabricação, análise de custos e disponibilidade de fornecedores. Tudo isso unido à uma análise de ciclo de vida, capaz de analisar se o item eletrônico está obsoleto ou perto do seu final do ciclo de vida (SILICONEXPERT, 2020).

Assim como a TPP, a Silicon Expert também possui um limitante de nível de monitoramento. A ferramenta só é capaz de monitorar componentes eletrônicos e não consegue identificar LRU.

A figura 16 apresenta a ferramenta de gestão de obsolescência da Silicon Expert, o exemplo apresenta uma a situação do ciclo de vida para cada componente da BOM.

Figura 16 – Ferramenta de obsolescência - Silicon Expert

Actions Part - BAV99WT, bav99wt, A.1 (Design)

Details Structure Related Objects Changes History Where Used Traceability Content Suppliers

SILICONEXPERT TECHNOLOGIES

Silicon Expert Part Data

Com ID	Part Number	Manufacturer	PI Name	Description	Datasheet	Lifecycle	RoHS	RoHS Version	Last Check Date	Image
82223688	BAV99WT	Nexperia	Rectifiers	Diode Switching 100V 0.15A Automotive 3-Pin SC-70 T/R			Unkno...	2002/95/EC	06-NOV-17	
82223135	BAV99WT/T1	Nexperia	Rectifiers	Diode Switching 100V 0.15A Automotive 3-Pin SC-70 T/R		Obsolete	Unkno...	2002/95/EC	06-NOV-17	
52626981	BAV99WT-TP-HF	Micro Commercial Components	Rectifiers	Diode Switching 75V 0.15A 3-Pin SOT-323 T/R		Active	Yes	2011/65/EU	12-JAN-18	
37252078	BAV99WT/R7	PanJit International	Rectifiers	Diode Small Signal Switching 100V 0.15A 3-Pin SOT-323 T/R		Active	Yes	2011/65/EU, 2015/...	+90	
37251628	BAV99WT/R13	PanJit International	Rectifiers	Diode Small Signal Switching 100V 0.15A 3-Pin SOT-323 T/R		Active	Yes	2011/65/EU, 2015/...	+90	
32421816	BAV99WT-TP	Micro Commercial Components	Rectifiers	Diode Switching 75V 0.15A 3-Pin SOT-323 T/R		Active	Yes	2011/65/EU	18-DEC-17	
32405637	BAV99WT-T	Micro Commercial Components	Rectifiers	Diode Switching 75V 0.15A 3-Pin SOT-323 T/R		Obsolete	No	2011/65/EU	18-DEC-17	
30073189	BAV99W-T1	Sensitron Semiconductor	Rectifiers	Diode Switching 75V 0.3A 3-Pin SOT-323 T/R		Unconfirmed	No	2011/65/EU	14-JAN-18	
19664162	BAV99WT1G	ON Semiconductor	Rectifiers	Diode Switching 100V 0.715A Automotive 3-Pin SC-70 T/R		Active	Yes	2011/65/EU, 2015/...	16-JAN-18	
18842773	BAV99W-T&R	Infineon Technologies AG	Rectifiers	Diode Switching Si 85V 0.2A Automotive 3-Pin SOT-323 T/R		Obsolete	Yes	2002/95/EC	17-DEC-17	
18506626	BAV99WT1	ON Semiconductor	Rectifiers	Diode Small Signal Switching 70V 0.215A 3-Pin SC-70 T/R		Obsolete	No	2011/65/EU, 2015/...	27-NOV-17	

Fonte: TriStar (2020)

Soluções Paliativas

Paliativo pode ser algo que melhora ou alivia momentaneamente, mas não necessariamente é capaz de resolver o problema. Quando se fala em obsolescência de um item, a solução a longo prazo mais comum é o reprojeto do item, criando um novo, não obsoleto, e com tecnologia atualizada e fornecedor estável. Mas existem soluções a curto ou médio prazo que podem atender as demandas da OEM, ou até resolver por completo o problema, quando o sistema complexo já está além da metade de seu ciclo de vida. Uma vez identificado a obsolescência de um item, é preciso procurar por soluções para a questão. O Coronel Engenheiro CERQUEIRA, F., ao tratar da importância do monitoramento, lembra que:

(...) o gerenciamento de obsolescência, não somente o monitoramento de obsolescência, é particularmente importante para a capacidade de suporte de sistemas militares quando comparados com sistemas de aplicação civil (Apêndice B).

Sendo assim, este capítulo apresenta soluções paliativas, é preciso que a OEM crie um processo de gerenciamento para os itens identificados como obsoletos, implementando soluções a curto e médio prazo. O reprojeto e modificação de produto é a solução a longo prazo, porém, não é escopo deste trabalho e a viabilidade deve ser analisada pela empresa.

As solução apresentadas a seguir são: o provisionamento de estoque, canibalização de itens, utilização de alternativos ou equivalentes, emulação do componente e compras em mercados de reposição.

10.1 Provisionamento de Estoque

O Last Time Buy (LTB), ou Última Chance de Compra, é normalmente a melhor solução para lidar com a obsolescência de um item. É o momento onde a empresa pode provisionar seus estoques para suprir sua demanda nos próximos anos, evitando assim um reprojeto ou outras soluções de alto custo.

A última chance de compra é oferecida pelos fornecedores quando o item está próximo à obsolescência, e também pode ser negociado quando estes não o oferecem. Esta é a “última chamada” do fornecedor para a peça ou componente, a última chance que uma empresa terá de comprar a peça antes de mudar a produção para o seu sucessor. Isso coloca uma empresa em uma posição difícil, deixando uma decisão difícil, dependendo de uma estratégia de como continuar cumprindo seus compromissos (DEX, 2020). É importante que a obsolescência seja gerida de forma proativa para que a OEM não perca a chance de comprar estes itens e garantir seu estoque.

A maior dificuldade das empresas é saber quantos itens comprar para provisionar seu estoque, visto que as falhas de um item são aleatórias e em qualquer momento a demanda pode variar. Este projeto propõe, então, utilizar a Distribuição de Poisson, uma distribuição de probabilidade de variável aleatória discreta que expressa a probabilidade de uma série de eventos ocorrer num certo período de tempo se estes eventos ocorrem independentemente de quando ocorreu o último evento.

A distribuição será capaz de prever, probabilisticamente, a quantidade de peças que serão demandadas no futuro, de acordo com dados estatísticos de falhas do passado.

10.1.1 Distribuição de Poisson - Teoria

A Distribuição de Poisson é o modelo usado para descrever eventos que ocorrem aleatoriamente e, por si só, não é útil. Precisamos da Distribuição de Poisson para torná-los úteis, como encontrar a probabilidade de vários eventos em um período ou encontrar a probabilidade de esperar algum tempo até o próximo evento.

Santos (2015) cita em seu artigo diversos estudos que comprovam a eficácia da Distribuição de Poisson, entre elas um estudo, que através do histórico de preenchimento de vagas no Supremo Tribunal dos Estados Unidos, conseguiu prever o número de vagas que apareceriam no futuro (WALLIS, 1936); (COLE, 2010). Outro estudo foi para determinar o comportamento futuro do mercado de ações americano (DUNLAP; STUDESTILL, 2014) e também uma estimativa do número de aviões que chegam a um aeroporto no mês, ou carros que cruzam um determinado cruzamento, entre outros, onde os eventos ocorrem raramente.

POISSON, S. ao desenvolver e publicar sua distribuição, nos mostra o objetivo e motivação de utilizar a probabilidade e estatística para a ciência e gestão:

O objetivo do cálculo de probabilidade é determinar, em cada problema de eventualidade ou dúvida, a razão entre o número de casos favoráveis à ocorrência de um evento ou a veracidade de uma coisa e o número total de todos os casos possíveis. Poderemos, então, saber com precisão, de acordo com a fração mais ou menos próxima da unidade, nossa razão de acreditar que aquilo é real ou que esse evento ocorreu ou ocorrerá, e também será possível para nós, sem ilusões, comparar essa razão em quaisquer problemas completamente diferentes da natureza (POISSON, 1837).

Seja λ a média de eventos em um intervalo de tempo, área ou volume, ou ainda a taxa média de ocorrência por unidade medida. Seja a variável aleatória X a contagem do número de eventos ocorrendo no intervalo. Então sob certas condições pode ser demonstrado que,

$$pX(x) = \mathbb{P}(X = x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}; x = 0, 1, 2, 3... \quad (1)$$

Para encontrar de fato o valor da probabilidade p é necessário realizar a distribuição, como mostra a equação 2:

$$p_x = \sum_{i=0}^x e^{-\lambda} \frac{\lambda^i}{i!} \quad (2)$$

As condições básicas são:

- As condições do experimento permanecem constantes no decorrer do tempo, por exemplo, a taxa média de ocorrência (λ) é constante ao longo do tempo;
- Os intervalos de tempo disjuntos são independentes, por exemplo, a informação sobre o número de ocorrências em um período nada revela sobre o número de ocorrências em outro período.

Ou seja, a distribuição de Poisson é aplicável quando o número de possíveis ocorrências discretas é muito maior do que o número médio de ocorrências em um determinado intervalo de tempo ou espaço. O número de possíveis ocorrências, muitas vezes não se sabe exatamente. Os resultados devem ocorrer de forma aleatória, ou seja, totalmente por acaso e da probabilidade de ocorrência não deve ser afetado por se ou não os resultados ocorrido anteriormente, de modo que as ocorrências são independentes (POISSON, 1837); (BARBOSA, 2014).

As variáveis da equação 1 podem ser traduzidas da seguinte forma:

- x representa a quantidade de falhas em relação à função de probabilidade.
- $\mathbb{P}(X = x)$ é a função de probabilidade que indica a chance do evento x acontecer no período de tempo estudado, neste trabalho ela representará a chance do equipamento falhar neste período.
- e é base do logaritmo natural ($e = 2.71828...$).
- $x!$ é o fatorial de x .

Todas as variáveis acima são padrões da Distribuição de Poisson e não se alteram, independente da aplicação desejada. Porém, o λ representa o valor esperado de X , conforme equação 3, que frequentemente é chamado de taxa de defeitos, esta variável pode mudar de acordo com o sistema.

$$E[X] = \lambda \quad (3)$$

O cálculo do λ varia de acordo com as características do sistema complexo e os dados disponíveis na . A sessão a seguir propõe um cálculo considerando um sistema complexo avião.

Toda a dedução da Distribuição de Poisson pode ser consultada na obra de Poisson (1837), publicada pela editora Bachelier, em Paris, na França.

10.1.2 Aplicabilidade a um sistema complexo avião

Quando se trata de sistemas complexos, é preciso entender as variáveis matemáticas da Distribuição de Poisson e traduzi-las em termos técnicos e logísticos. O objetivo é descobrir a chance de uma falha acontecer em um determinado intervalo de tempo. Com isto, é possível aprovisionar o estoque para os próximos anos.

O objetivo desta sessão é propor uma metodologia para cálculo do λ para equipamentos de aeronaves, para isso, este trabalho propõe o uso das seguintes variáveis:

- LT = Lead Time - Tempo de aprovisionamento;
- TAT = Turnaround Time - Tempo de reparo do equipamento (incluindo logística);
- $Frota$ = Quantidade de aeronaves;
- QA = Quantidade de itens por aeronaves;
- HV = Horas de voo - tempo médio de horas de voo de cada aeronave;
- $MTBUR$ = quantidade de remoções não programadas de um item no sistema complexo em determinado intervalo de tempo, independente da falha.

A equação 4 é usada para encontrar o λ para itens descartáveis, aqueles que não possuem reparo caso falhem.

$$\lambda_d = \frac{LT * QA * Frota * HV}{MTBUR} \quad (4)$$

O λ possui uma equação diferente, dependendo da sua condição de reparabilidade, uma vez que o item reparável não leva em consideração o tempo de aprovisionamento, e sim o tempo de reparo do equipamento.

O motivo dos cálculos serem diferentes é que caso um item reparável falhe, não se comprará um novo, pois ele será enviado para reparo, sendo necessário somente um item que o substitua durante o tempo de reparo.

A equação 5 é usada para encontrar o λ para itens reparáveis.

$$\lambda_r = \frac{TAT * QA * Frota * HV}{MTBUR} \quad (5)$$

Para melhor validar e exemplificar a análise de Poisson e o aprovisionamento de estoque, foram estudados casos reais da empresa Embraer S. A., onde o autor possui experiência profissional e teve a oportunidade de desenvolver o processo de gestão proativa de obsolescência.

10.1.3 Análise de casos reais

Esta sessão se compõe de dados originados de uma empresa do setor aeronáutico. Os dados foram extraídos respectivamente dos seus sistemas e fornecidos integralmente em planilhas. Não é objetivo da pesquisa se atentar a quais itens estão sendo analisados ou a quais empresas ou fornecedores pertencem, e sim desenvolver a Distribuição de Poisson para prever o estoque destes itens.

Os dados coletados passaram por processo de simulação estatística e estão tratados dentro da mesma metodologia para obtenção dos resultados propostos nas simulações.

Para manter a confidencialidade dos dados, os itens e seus fornecedores serão apresentados com nomes fictícios. Todos os itens listados na tabela 2 foram declarados obsoletos pelos seus fornecedores, a OEM deve então fazer uma análise dos itens e verificar a quantidade que deve ser estocada, aproveitando assim o LTB.

Tabela 2 – Itens declarados obsoletos

Item	Fornecedor	Last Time Buy	Reparo	Quantidade por aeronave	MTBUR	TAT de Reparo
#001	A	20-Jun-2021	Não	1	3.194 h	Não aplicável
#002	A	20-Jun-2021	Não	2	22.361 h	Não aplicável
#003	B	01-Jan-2021	Sim	1	894 h	2 meses
#004	C	01-Fev-2021	Sim	5	5.590 h	8 meses

Fonte: o autor, 2020

A seguir, com o objetivo de aprovisionar o estoque de cada equipamento obsoleto, as sessões trazem um estudo detalhado da Distribuição de Poisson:

10.1.3.1 Equipamento #001

O equipamento #001 foi declarado obsoleto pelo fornecedor A, então, a OEM deve realizar um estudo de para averiguar a quantidade de itens que devem ser comprados antes do prazo final de 20 de junho de 2021. O item não é reparável e após um estudo, foi verificado que existem 25 aeronaves que necessitam deste item para voar, cada aeronave

possui 1 item instalado, e o tempo médio de horas de voo de cada aeronave é de 40 horas/mês.

Também é preciso analisar o tempo de aprovisionamento necessário, então através de uma análise de recursos e cronogramas, verificou-se que para desenvolver e certificar um novo item levará 54 meses. Ou seja, é preciso aprovisionar o item por no mínimo 54 meses.

Como o item não é reparável, o calculo para do λ se dá pela equação 4:

$$\lambda_d = \frac{54 * 1 * 25 * 40}{3.194} = 16.90$$

A partir do valor de λ de 16.90, somos capazes de calcular a Distribuição de Poisson utilizando a equação 2. Na tabela 3, a primeira coluna representa a quantidade de itens que devem ser estocados, e a segunda coluna a confiança do estoque referente à quantidade de itens.

Tabela 3 – Distribuição de Poisson - Item #001

Quantidade de Itens x	Probabilidade p
0	0%
1	0%
2	0%
3	0%
4	0%
5	0%
6	0%
7	1%
8	1%
9	3%
10	5%
11	9%
12	14%
13	21%
14	29%
15	38%
16	48%
16	57%
18	66%
19	74%
20	81%
21	87%
22	91%
23	94%

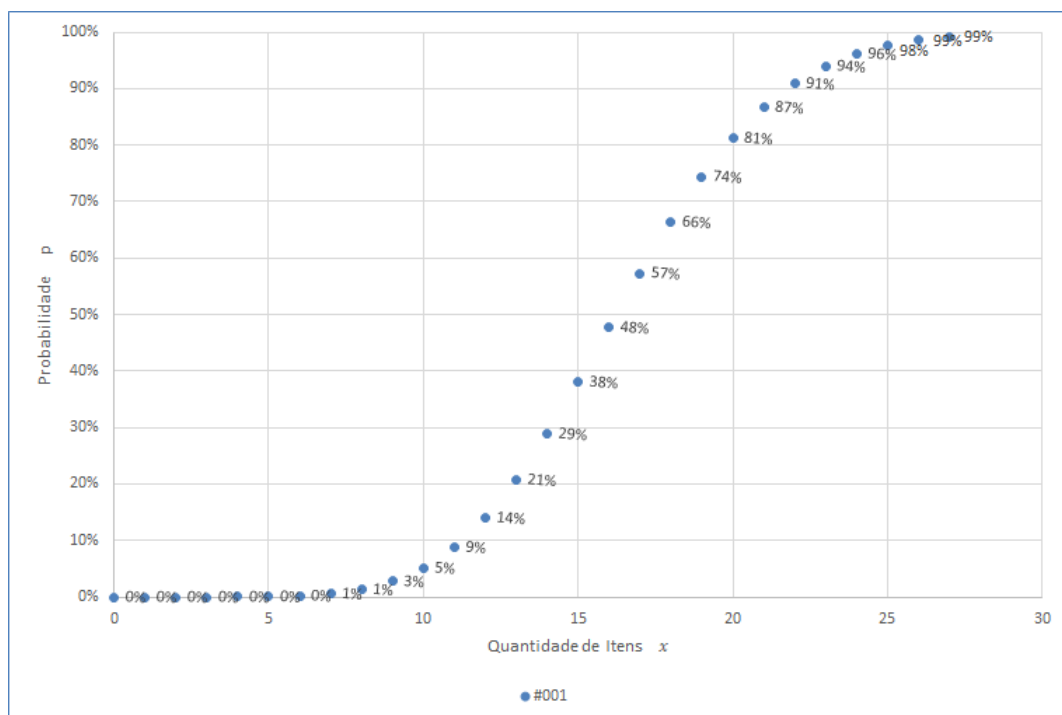
Tabela 3 - continuação da página anterior

Quantidade de Itens x	Probabilidade p
24	96%
25	98%
26	99%
27	99%

Fonte: o autor (2020)

A figura 17 mostra ainda um gráfico com o resultado da distribuição. Após uma análise técnica, financeira e logística do equipamento obsoleto, decidiu-se então por adotar uma confiança de 95%, visto que o item é de extrema importância para a execução de diversas missões e a aeronave não pode decolar sem ele. Sendo assim, foram adquiridos 24 itens para o estoque dos próximos 54 meses. A Distribuição de Poisson nos garante, com uma certeza de 95%, que para o período projetado, sempre que se precisar de um item para as aeronaves, ele estará de prontidão em estoque.

Figura 17 – Distribuição de Poisson - Item #001



Fonte: o autor (2020)

10.1.3.2 Equipamento #002

O equipamento #002 foi declarado obsoleto também pelo fornecedor A, ao realizar o um estudo, avergou-se a quantidade de itens que devem ser comprados antes do prazo

final para última compra. O item também não é reparável e foi verificado que o modelo de aeronave a qual este item é instalado possui uma frota mundial de 102 aeronaves, cada aeronave possui 2 itens instalados, e o tempo médio de horas de voo de cada aeronave é de 30 horas/mês.

A analisar o tempo de provisionamento necessário, considerando o tempo de desenvolvimento de um novo item, a certificação, a logística necessária para distribuição deste e o tempo de fabricação, verificou-se que são necessários 50 meses.

Assim como o anterior, este item também não é reparável, o cálculo para o λ se dá também pela equação 4:

$$\lambda_d = \frac{50 * 2 * 102 * 30}{22.360} = 13.68$$

A partir do λ , somos capazes de calcular a Distribuição de Poisson utilizando a equação 2. Conforme indicado na tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição de Poisson - Item #002

Quantidade de Itens x	Probabilidade p
0	0%
1	0%
2	0%
3	0%
4	0%
5	1%
6	2%
7	4%
8	7%
9	13%
10	20%
11	29%
12	39%
13	50%
14	60%
15	70%
16	78%
16	85%
18	90%
19	94%
20	96%
21	98%
22	99%

Tabela 4 - continuação da página anterior

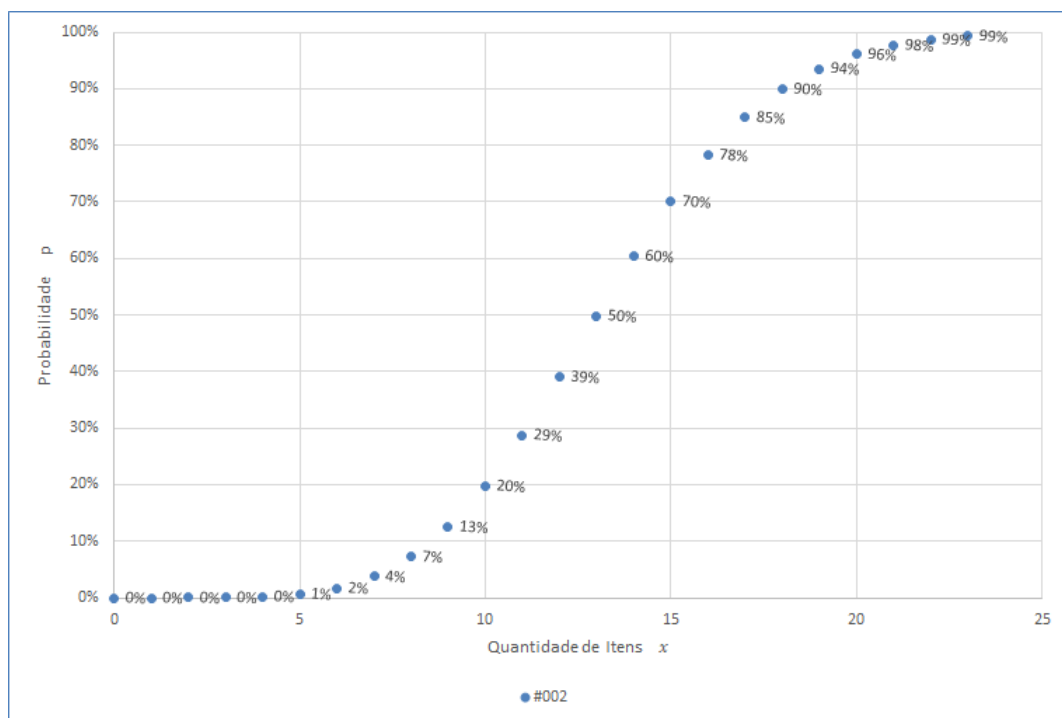
Quantidade de Itens x	Probabilidade p
23	99%

Fonte: o autor (2020)

A figura 18 mostra ainda um gráfico com o resultado da distribuição. Por se tratar de um item não essencial para a decolagem e voo da aeronave e por se utilizar somente em algumas missões específicas, de acordo com a MEL apresentada no capítulo 7, a OEM decidiu por adotar na análise de Poisson uma confiança de 70%. Outro fator que levou a empresa a tomar esta decisão é a facilidade de encontrar outros fornecedores deste item no mercado.

Sendo assim, foram adquiridos 15 itens, de acordo com a Distribuição de Poisson, estes itens serão suficientes para suprir toda a frota de 102 aeronaves por 50 meses, com uma certeza de 70%.

Figura 18 – Distribuição de Poisson - Item #002



Fonte: o autor (2020)

10.1.3.3 Equipamento #003

O equipamento #003 foi declarado obsoleto pelo fornecedor B e deve-se definir a quantidade de itens a serem comprados. Este item é instalado no mesmo modelo de aeronave que o item #001, ou seja, uma frota mundial de 25 aeronaves com um tempo

médio de horas de voo de cada aeronave de 40 horas/mês. Cada aeronave possui 1 item instalado.

O tempo de engenharia, certificação e logístico necessários são de 47 meses. E por ser reparável, o cálculo para o λ se dá pela equação 5:

$$\lambda_r = \frac{2 * 1 * 25 * 40}{894} = 2.24$$

A partir do λ , somos capazes de calcular a Distribuição de Poisson utilizando a equação 2, conforme indicado na tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição de Poisson - Item #003

Quantidade de Itens x	Probabilidade p
0	11%
1	35%
2	61%
3	81%
4	92%
5	97%
6	99%

Fonte: o autor (2020)

A figura 19 mostra o gráfico com o resultado da distribuição. A situação deste item poderia ser a melhor entre os quatro itens estudados, pois com a aquisição de um baixo número de peças novas, é possível garantir o estoque com uma alta confiança. Porém, o custo de aquisição deste item é muito alto e a taxa de falha (MTBUR) baixa, se comparado aos outros itens. Por questões financeiras e de confiabilidade do item, a OEM decidiu então ter os itens com uma confiança de 50%, adquirindo somente 2 para seus estoques.

10.1.3.4 Equipamento #004

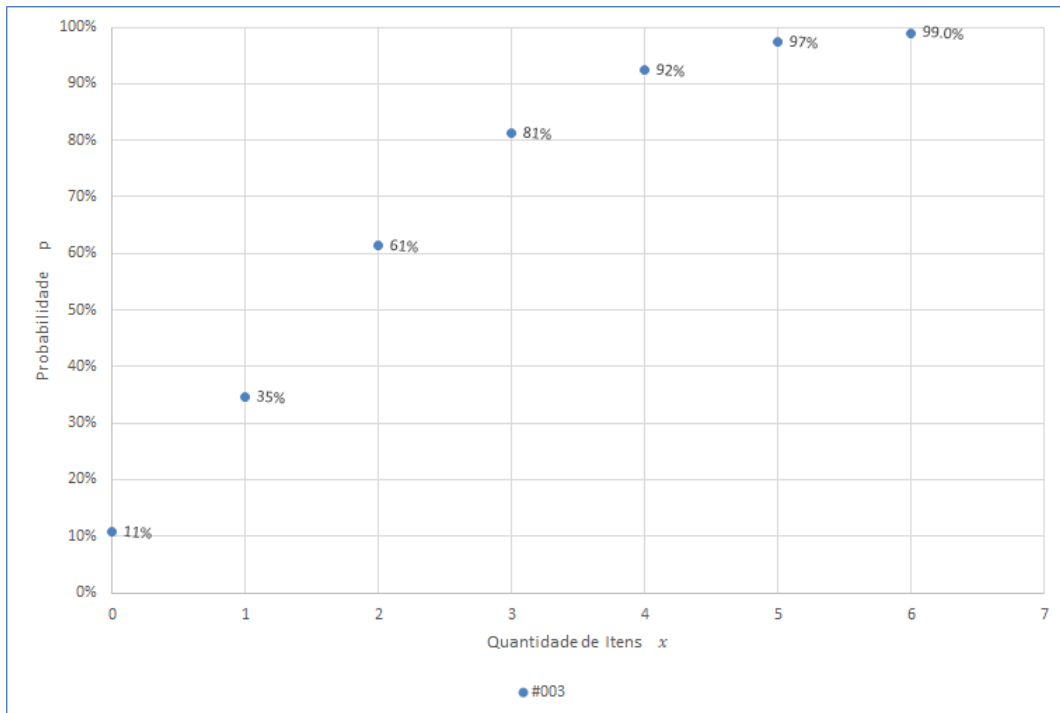
O equipamento #004, que assim como o item #003 é reparável, foi declarado obsoleto pelo fornecedor C e deve-se definir a quantidade de itens a serem comprados antes do LTB.

Este item é instalado em um modelo de avião cargueiro, com um frota mundial de somente 10 aeronaves com um tempo médio de horas de voo de cada aeronave de 60 horas/mês. Cada aeronave possui 5 itens em sua estrutura de produto.

Esta aeronave se encontra no final do seu ciclo de vida, e a previsão é que o suporte dela se dará somente nos próximos 49 meses. Após isto, a OEM irá declarar o sistema como descontinuado.

Por ser reparável, o cálculo para o λ se dá pela equação 5:

Figura 19 – Distribuição de Poisson - Item #003



Fonte: o autor (2020)

$$\lambda_r = \frac{8 * 5 * 10 * 60}{5.590} = 7.16$$

A partir do λ de 7.16, somos capazes de calcular a Distribuição de Poisson utilizando a equação 2, conforme indicado na tabela 6.

Tabela 6 – Distribuição de Poisson - Item #004

Quantidade de Itens x	Probabilidade p
0	0%
1	1%
2	3%
3	7%
4	16%
5	28%
6	43%
7	58%
8	71%
9	81%
10	89%
11	94%

Tabela 6 - continuação da página anterior

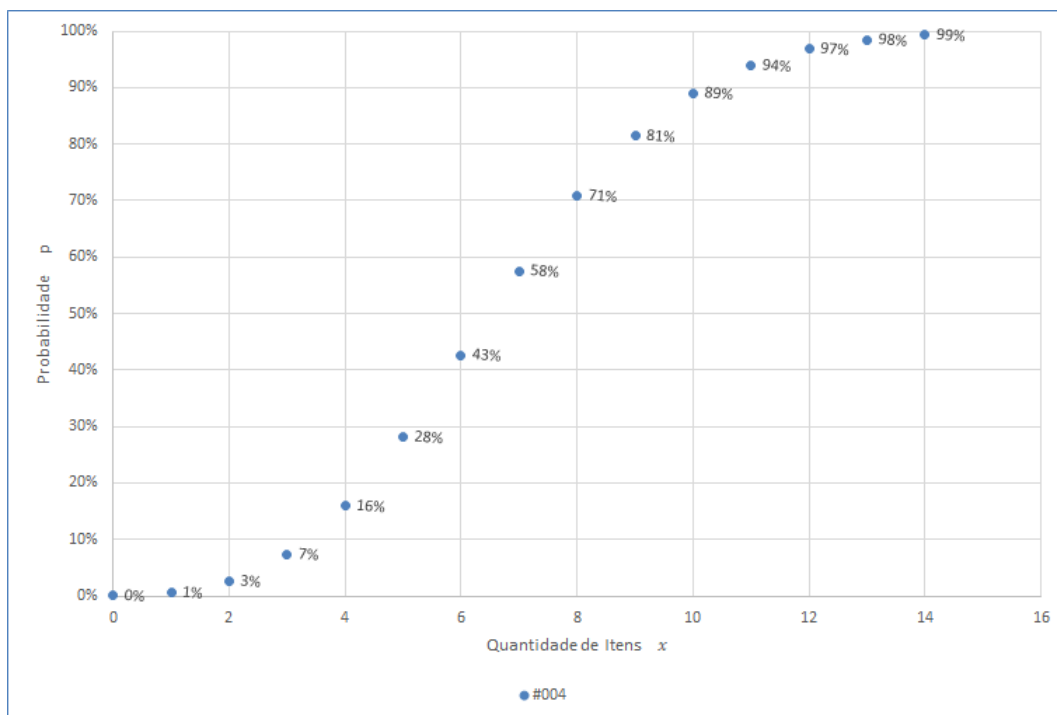
Quantidade de Itens x	Probabilidade p
12	97%
13	98%
14	99%

Fonte: o autor (2020)

A figura 20 mostra também um gráfico com o resultado da distribuição. Diferente dos demais equipamentos, o aprovisionamento deste não leva em consideração o tempo de desenvolvimento de um novo item, pois a aeronave que necessita deste item já está no final do seu ciclo de vida. Isto quer dizer que deve-se aprovisionar este equipamento somente até o final da operação da aeronave, após este período ela será descontinuada e não estará mais apta para voar. O tempo de operação que o avião ainda possui é de 49 meses.

A OEM decidiu então, garantir o estoque deste item com uma confiança de 99%, visto que o reprojeto de um equipamento para uma aeronave no fim do seu ciclo de vida é extremamente inviável. Sendo assim, foram adquiridos 14 itens no LTB.

Figura 20 – Distribuição de Poisson - Item #004



Fonte: o autor (2020)

10.2 Canibalização

O Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea Portuguesa define que:

(...) um componente é canibalizado quando é removido de uma aeronave para satisfazer uma necessidade de outra aeronave ficando esta operativa e a outra inoperativa. Acontece quando não existe material em armazém para satisfazer as necessidades de operação (PIRES, 1981).

A canibalização possui seus gastos, como a mão-de-obra adicional, pois requer, no mínimo, que o componente a ser canibalizado seja desinstalado de uma aeronave e instalado em outra. Outro fator é que sempre há o gasto de outros materiais usados na instalação. Não se pode descartar também o risco de perda do componente em bom estado pelo simples ato de desinstalação e reinstalação do mesmo (ABREU; NASCIMENTO, 2012).

Mesmo com os gastos envolvidos, a canibalização de itens pode ser a única saída para uma obsolescência e a decisão de canibalizar ou não deve levar em consideração a possibilidade de tornar indisponível outras aeronaves, realizando uma análise de prioridades.

O Manual de manutenção, doutrina, processos e documentação de manutenção do Comando da Aeronáutica brasileiro ainda alerta que:

Embora benefícios imediatos possam ser observados quando de sua prática, o processo resulta em excessivos gastos de recursos de manutenção, principalmente humanos, e pode degradar a prontidão operacional, expondo equipamentos úteis ao manuseio adicional, montagem, desmontagem ou remoção, reinstalação e verificações de acompanhamento. Assim, diz-se que é o aproveitamento pouco criterioso de peças de um equipamento, que pode ou não estar funcionando, com o objetivo de substituir as de outro e deixá-lo em condição operacional, com prejuízo para ambos (COMAER, 2014).

Durante a escolha da forma de mitigação do problema, a OEM deve sempre contactar seus clientes e verificar a possibilidade de outras medidas que não sejam a canibalização, a não ser que os itens sejam retirados de uma aeronave que não está mais em serviço e disponível exatamente para fins de canibalização, como é o caso do avião C-105 Amazonas da FAB, que sofreu um acidente em um pouso no aeroporto de Surucucu no município de Alto Alegre em Roraima, na região Amazônica (RADARAÉREO, 2018).

Em nota, a FAB informou que “todos os equipamentos embarcados, motores, hélices, assentos e demais itens passíveis de remoção já foram recolhidos e estão em processo de recertificação para reaproveitamento pela Força Aérea Brasileira”, as fontes são dos canais de notícias PoderAéreo (2018) e RadarAéreo (2018).

As figuras 21, 22 e 23 mostram a aeronave aeronave acidentada, de matrícula FAB 2808, após a canibalização.

O caso do avião C-105 mostra que nem todas as canibalizações podem causar a indisponibilidade de outra aeronave, nesta situação, a causa da indisponibilidade foi o acidente

Figura 21 – Avião C-150 após canibalização



Fonte: PoderAéreo (2018)

Figura 22 – Painel do avião C-150 após canibalização



Fonte: PoderAéreo (2018)

ocorrido, e a não canibalização do avião seria um desperdício de itens que ainda são utilizáveis, pois não sofreram danos no acidente noticiado. Coronel Engenheiro CERQUEIRA, F. diz que:

Esse escalonamento de soluções [paliativas], ordenado em termos de gravidade, pode ser visto como um conjunto de saídas que poderiam ser adotadas para os itens que constituem um determinado sistema, cada um recaindo em sua melhor solução preventiva (Apêndice B).

Ou seja, todas as medidas devem ser adotadas de forma particular para cada situação e problema. Por este motivo é importante que haja uma equipe dedicada em analisar todas as variáveis possíveis e o custo benefício de cada solução, uma vez que não é possível padronizá-las, devido a peculiaridade de cada sistema, empresa ou cliente.

Figura 23 – Interior do avião C-150 após canibalização



Fonte: PoderAéreo (2018)

10.3 Alternativos ou Equivalentes

Entende-se por equipamento alternativo aquele reconhecido como tecnicamente aceitável (outro PN aceitável), ou seja, com características técnicas que podem substituir o item obsoleto. Um equipamento alternativo não possui, necessariamente, as mesmas características físicas.

O equipamento equivalente, por sua vez, deve ser FFF, mesma forma, ajuste e função. Ele pode ser instalado no sistema, substituindo o item obsoleto, sem qualquer alteração ou preocupação quanto a encaixes e função Apêndice B.

A seguir, Aligni (2020) traz as definições de um equipamento FFF:

- ❑ Form (Forma) - a forma, tamanho, dimensões ou outros parâmetros que caracterizam a aparência física do item.
- ❑ Fit (Ajuste) - os parâmetros e a capacidade que o tornam apropriado para integração com outros componentes em uma montagem ou configuração, incluindo suas tolerâncias.
- ❑ Function (Função) - a operação do item ou as ações que ele pretende executar.

Os custos associados à essa abordagem são amplamente administrativos e em alguns casos, de certificação. Normalmente é a abordagem de maior custo benefício, por não necessitar de grandes investimentos.

Por se tratar de uma abordagem paliativa, trata-se aqui de uma busca no mercado de itens já desenvolvidos que possuam as características de equivalente ou alternativo, e não do desenvolvimento de um novo item. A abordagem de reprojeto ou desenvolvimento de

um novo item não é abordada neste trabalho e deve ser evitada, devido ao alto custo de engenharia envolvido.

A norma DMSMS traz o exemplo de um óleo considerado equivalente:

O número do item original de uma empresa é comprado de uma fonte não identificada nos desenhos de controle; em outras palavras, o item foi comprado de um fornecedor diferente. O óleo original especificado nos desenhos não está mais disponível. Outra empresa produz óleo com características semelhantes e foi aprovada como substituta com avaliação mínima (SAUNDERS, 2006).

Outro exemplo apresentado por Saunders (2006) é o de softwares que recebem atualizações de segurança ou melhorias no sistema, em que a versão de suporte é instalada como uma atualização e atende a todos os requisitos atuais. Neste caso, como os requisitos de softwares não foram afetados, este item pode ser considerado um substituto do anterior.

10.4 Mercado de Reposição

O mercado de reposição são revendedores (não OEM), que compram grandes estoques de itens com intenções de revendê-los, estes revendedores também costumam comprar itens usados e revendê-los, na maioria das vezes após algum tipo de reparo. Na indústria eles são chamados “*brokers*”.

Os “*brokers*” possuem serviços que inteligência que fazem um mapeamento no mercado para estocarem os itens com risco de escassez.

A TDA é um exemplo de “*broker*”. A empresa oferece entrega rápida em todo mundo, a partir de seus estoques em Amsterdã, Londres, Miami, Cingapura, Ásia e Américas. O suporte da TDA se concentra no fornecimento, empréstimo, troca e reparo de componentes de aeronaves comerciais com tempo de resposta rápido (TDA, 2020).

Conclusão

Este projeto apresentou estratégias de priorização, monitoramento e mitigação de obsolescência em sistemas complexos, enquanto estes estão em operação. Como citado pelos entrevistados (Apêndices A e C), uma gestão proativa de obsolescência pode, além de economizar milhões de dólares para as empresas a longo prazo, garantir a disponibilidade de seus sistemas e apresentar grandes oportunidades de desenvolver novos negócios.

11.1 Contribuições

A principal contribuição deste trabalho, indubitavelmente, foi o desenvolvimento profissional do autor, a imersão na indústria e no ambiente aeronáutico trouxeram um gama de conhecimentos imensuráveis. Entre eles, o contato direto com empresas e organizações referências no mundo da tecnologia, a exemplo da Embraer, Sierra Nevada Corporation e a Força Aérea Brasileira.

Além da contribuição para o desenvolvimento profissional e acadêmico do autor, é importante citar a colaboração para o desenvolvimento de um processo de gestão proativa na empresa Embraer. Durante todo o ano de 2019 e 2020, o autor estagiou na supracitada empresa, onde teve a oportunidade, juntamente com prestigiados engenheiros, de desenvolver todo o processo e instruções de trabalho para o gerenciamento de obsolescência. É importante citar que toda a estruturação do projeto foi realizado através de *benchmarking*, onde o autor e a empresa puderam juntos, estudar e analisar as melhores práticas existentes no mercado, construindo um processo robusto que se adapte a realidade da Embraer.

Ademais, trazer a realidade da indústria e do comércio para dentro da academia, trás benefícios para ambas e as aproxima. Fazendo-se então cumprir o papel da universidade na sociedade brasileira e mundial, como bem diz o Projeto Pedagógico do curso de Engenharia de Controle e Automação desta universidade:

O Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação tem nesse contexto um papel muito importante, pois fornece aos egressos as

bases para atuar de forma ativa no desenvolvimento e transformação da tecnologia em favor das necessidades da sociedade, haja vista a sólida formação técnica e tecnológica (FEELT, 2019).

Em tempos sombrios como o que estamos vivendo, em que a educação e a ciência, principalmente no âmbito universitário, são fortemente atacadas por ondas anti-iluministas, é mais que necessário que trabalhos como este, que aproximam a indústria da academia, sejam amplamente incentivados.

11.2 Trabalhos Futuros

A gestão de obsolescência é uma atividade muito ampla, e o monitoramento e busca por soluções paliativas é só uma parcela das atividades. Entre as sugestões para trabalhos futuros que complementem este, estão a análise de custos, gestão no âmbito da fabricação e linha de produção, adequação a demais normas mundiais e o estudo de viabilidade e desenvolvimento de um processo de reprojeto, para situações em que as soluções paliativas não sejam eficazes, e seja necessária uma solução definitiva.

No que diz respeito à análise de custos, deve-se estudar e desenvolver uma metodologia para consolidar a análise de custo benefício apresentada no capítulo 10. Ou seja, cada equipamento ou sistema obsoleto poderá utilizar de alguma solução paliativa, dependendo da realidade de cada cliente, fabricante ou equipamento. Deve-se então definir uma metodologia para calcular o custo e prazo de cada solução apresentada.

Outro trabalho sugerido é a gestão no âmbito da fabricação e linha de produção, uma vez que o foco deste trabalho foi garantir a disponibilidade durante a operação.

A adequação a demais normas mundiais também deve ser estudada, uma vez que o foco deste trabalho foi atender a norma DMSMS do Governo Estadunidense, uma das mais prestigiadas e requeridas em contratos de suporte no mundo todo.

Também é necessário realizar um estudo de viabilidade e desenvolvimento de um processo de gestão de reprojeto, pois existirão situações em que uma solução paliativa, ou seja, temporária, não será suficiente. Este caso será comum em sistemas complexos no início do seu ciclo de vida, em que o tempo de operação se estenderá ainda por longos anos.

Referências

- ABNT, A. B. de N. T. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. [S.l.], 1994.
- ABREU, R.; NASCIMENTO, F. Problema de distribuição de inventários reparáveis de aeronave—uma proposta de solução utilizando o metric e algoritmo genético. 2012.
- AIA, A. I. A. of A. **Hazardous Materials Target List (HMTL)**. Virgínia, EUA, 2016.
- AIRBUS. **Maintenance Review Board Report A318/A319/A320/A321**. Blagnac, France, 2014.
- ALIGNI. **Form / Fit / Function**. 2020. Disponível em: <<https://www.aligni.com/doc/guides/form-fit-function/>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.
- AND, A. nova democracia. **A obsolescência programada e a ecofarsa da Rio + 20**. 2012. Disponível em: <<https://anovademocracia.com.br/no-92/4096-a-obsolescencia-programada-e-a-ecofarsa-da-qrio-20q>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.
- ASSETGUARDIAN. **Cost Effective Obsolescence Management of Control System**. 2017. Disponível em: <<https://www.assetguardian.com/cost-effective-obsolescence-management-of-control-systems/>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.
- BAE. **Precision Tracking Radar**. 2019. Disponível em: <<https://www.baesystems.com/en/product/precision-tracking-radar>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.
- _____. **Advanced Component Obsolescence Management (AVCOM)**. 2020. Disponível em: <<https://www.baesystems.com/en-us/our-company/inc-businesses/intelligence-and-security/capabilities-and-services/avcom>>. Acesso em: 21 de maio de 2020.
- BARBOSA, J. A. Distribuição de poisson. 2014.
- BARTELS, B. et al. **Strategies to the prediction, mitigation and management of product obsolescence**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2012.
- CMCA-UK. **Central Management Catalogue Agency (CMCA)**. 2020. Disponível em: <<https://www.cmcauk.co.uk/>>. Acesso em: 21 de maio de 2020.

- COG. **Component Obsolescence Group (COG)**. 2020. Disponível em: <www.cog.org.uk>. Acesso em: 20 de maio de 2020.
- COLE, J. H. Updating a classic: “the poisson distribution and the supreme court” revisited. **Teaching Statistics**, Wiley Online Library, v. 32, n. 3, p. 78–80, 2010.
- COMAER, C. da A. **MCA 66-7. Manual de manutenção, doutrina, processos e documentação de manutenção**. [S.l.], 2014.
- CORREIA, V. M. M. O programa de manutenção de aeronave e a sua importância na gestão da continuidade da aeronavegabilidade. Técnico Lisboa, 2012.
- COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **RoHS Guide**. 2020. Disponível em: <<https://www.rohsguide.com/>>. Acesso em: 16 de março de 2020.
- DEFENSE LOGISTICS AGENCY OF AMERICA. **Strategic and Critical Materials (SCM)**. 2020. Disponível em: <<https://www.dla.mil/HQ/Acquisition/StrategicMaterials/>>. Acesso em: 16 de março de 2020.
- DEX. **Don’t Break the Bank on Last Time Buys**. 2020. Disponível em: <https://www.dex.com/pdf/DEX_Datasheets_2014_ltb.pdf>. Acesso em: 22 de maio de 2020.
- DLA. **Defense Logistics Agency (DLA)**. 2020. Disponível em: <<https://www.dla.mil/>>. Acesso em: 20 de maio de 2020.
- DUNLAP, M.; STUDSTILL, S. A hands-on activity for teaching the poisson distribution using the stock market. **Teaching Statistics**, Wiley Online Library, v. 36, n. 3, p. 88–92, 2014.
- ELETROBRAS. **Usina Nuclear Angra 1**. 2020. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.
- EMBRAER. **Embraer: KC-390**. 2020. Disponível em: <<https://defense.embraer.com/br/pt/kc-390>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.
- EUROPEAN CHEMICALS AGENCY. **European Regulation on Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals - REACH**. 2020. Disponível em: <http://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/reach/index_en.htm>. Acesso em: 16 de março de 2020.
- EVOLVE. **O que é ciclo de vida do produto?** 2020. Disponível em: <<https://evolvemvp.com/o-que-e-ciclo-de-vida-do-produto/>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2020.
- FEELT, F. de E. E. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação**. [S.l.], 2019.
- FELTRI, S. **Why Coronavirus Triggered the First Global Supply-Chain Crisis**. 2020. Disponível em: <<https://promarket.org/why-coronavirus-triggered-the-first-global-supply-chain-crisis/>>. Acesso em: 16 de março de 2020.

GIDEP. **GOVERNMENT INDUSTRY DATA EXCHANGE PROGRAM (GIDEP)**. 2020. Disponível em: <www.gidep.org>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

INTERNATIONAL AEROSPACE ENVIRONMENTAL GROUP (IAEG). **Aerospace Defense Declarable Substance List (ADDSDL)**. 2020. Disponível em: <<http://www.iaeg.com/chemicalrpt/addsl/>>. Acesso em: 16 de março de 2020.

JR., A. de S. R. Softwares: Obsolescência e vulnerabilidades. **Revista Tema**, Tema, XXVII, n. 163.

KINNISON, H. A.; SIDDIQUI, T. **Aviation maintenance management**. [S.l.: s.n.], 2012.

KOMNINOS, I. Product life cycle management. **Thessaloniki: Aristotle University of Thessaloniki**, 2002.

MOD, U. K. M. of D. **The defence logistic support chain manual, Volume 7, Integrated Logistic Support; Part 8.13, Obsolescence Management, Version 2.4. JSP 886**. [S.l.], 2012.

MOYO, D. **The Resource Shortage Is Real**. 2012. Disponível em: <<https://ideas.time.com/2012/06/08/the-resource-shortage-is-real/>>. Acesso em: 16 de março de 2020.

MUNRO, P. A.; KANKI, B. G. An analysis of asrs maintenance reports on the use of minimum equipment lists. In: **R. Jensen, Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation Psychology**. Ohio State University, Dayton, OH. [S.l.: s.n.], 2003.

NASA. **Ônibus Espacial Discovery**. 2020. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.

NETO, F. F. de M. et al. A guerra, a tecnologia e os engenheiros: repensando o modelo de desenvolvimento tecnológico. 2003.

PIRES, A. R. Rfa 401-1 (1981). **Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea (REMAFA)**. Alfragide: FAP, 1981.

PODERAÉREO. **Avião C-105 acidentado em Roraima foi canibalizado**. 2018. Disponível em: <<https://www.aereo.jor.br/2018/02/05/aviao-c-105-acidentado-em-roraima-foi-canibalizado/>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.

POISSON, S. D. **Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile**. [S.l.]: Bachelier, 1837.

QTEC. **QTEC Solutions**. 2020. Disponível em: <<https://www.qtec.us/Home.aspx>>. Acesso em: 21 de maio de 2020.

RADARAÉREO. **Aeronave C-105 da FAB está sendo canibalizado em Roraima**. 2018. Disponível em: <<https://radaraereo.com.br/2018/02/07/aeronave-c-105-da-fab-esta-sendo-canibalizado-em-roraima/>>. Acesso em: 25 de maio de 2020.

- REN, Y.-T.; YEO, K.-T. Research challenges on complex product systems (cops) innovation. **Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers**, Taylor & Francis, v. 23, n. 6, 2006.
- ROJO, F. J. R.; ROY, R.; SHEHAB, E. Obsolescence management for long-life contracts: state of the art and future trends. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, Springer, v. 49, n. 9-12, 2010.
- ROJO, F. R.; ROY, R.; KELLY, S. Obsolescence risk assessment process best practice. In: IOP PUBLISHING. **Journal of Physics: Conference Series**. [S.l.], 2012. v. 364, n. 1.
- SANDBORN, P. Strategic management of dmsms in systems. **DSP Journal**, 2008.
- SANTOS, M. R. d. S. Aplicação da distribuição de poisson para determinação de estoque mínimo de itens de mro de baixo giro aplicados em manutenção de ativos industriais. Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2015.
- SAUNDERS, G. E. **Diminishing Manufacturing Sources and Material Shortages (DMSMS) Guidebook**. [S.l.], 2006.
- SILICONEXPERT. **SiliconExpert Technologies**. 2020. Disponível em: <<https://www.siliconexpert.com/>>. Acesso em: 21 de maio de 2020.
- TDA. **TDA - About us**. 2020. Disponível em: <<https://tda.aero/about-us/>>. Acesso em: 8 de junho de 2020.
- THINK AVIATION. **What is a Minimum Equipment List (MEL)?** 2020. Disponível em: <<https://www.thinkaviation.net/minimum-equipment-list/>>. Acesso em: 09 de abril de 2020.
- TPP. **Total Parts Plus (TPP)**. 2020. Disponível em: <<https://home.totalpartsplus.com/>>. Acesso em: 21 de maio de 2020.
- TRISTAR. **New Silicon Expert Technologies Connectivity App Released for PTC Windchill**. 2020. Disponível em: <<https://www.tristar.com/new-siliconexpert-connectivity-app-ptc-windchill/>>. Acesso em: 21 de maio de 2020.
- TURING, A. M. **The essential turing**. [S.l.]: Oxford University Press, 2004.
- WALLIS, W. A. The poisson distribution and the supreme court. **Journal of the American Statistical Association**, Taylor & Francis Group, v. 31, n. 194, p. 376–380, 1936.
- WILKINSON, C. **Obsolescence and life cycle management for avionics**. [S.l.], 2015.
- WILKINSON, P.; KELLY, T. Functional hazard analysis for highly integrated aerospace systems. IET, 1998.

Entrevista - Embraer S.A.

Embraer S.A. é um conglomerado transnacional brasileiro, fabricante de aviões comerciais, executivos, agrícolas e militares, peças aeroespaciais, serviços e suporte na área. A Embraer nasceu de um sonho. O sonho de transformar o Brasil em um país com a mais alta tecnologia. Inicialmente com o objetivo de desenvolver e fabricar aviões, hoje já possui contrato fechado para desenvolvimento de navios de guerra e já fabricou e exportou diversos radares de monitoramento. Outro negócio que a Embraer arrisca é o de veículos voadores, com o EVTOL, o Veículo Elétrico de Decolagem e Aterragem Vertical

Está listada como a terceira maior fabricante de jatos, perdendo apenas para a Boeing e Airbus, atualmente é a maior empresa brasileira no quesito exportação, além de possuir o maior número de pedidos de jatos, o que a coloca como líder de mercado na categoria de 70 a 120 assentos. A empresa possui em média dezessete mil empregados, sendo onze mil diretos e o restante indiretos.

O autor, Felipe Francisco Vieira, realizou uma entrevista no dia 14 de Maio de 2020 com o supervisor de Engenharia de Suporte ao Produto, Fabrício Feres Battaglin. O entrevistado possui vasta experiência em suporte ao cliente com histórico de trabalho na indústria aeronáutica e aeroespacial. Possui formação em Engenharia de Sistemas, Six Sigma, Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK), SAP, Salesforce e Lean Manufacturing.

Por que é importante monitorar a obsolescência de maneira proativa?

A antecipação a dificuldades/problemas é um ponto explorado em todos os setores, buscando evitar a interrupção de atividades (que pode causar multas, penalizações) e minimizar despesas na manutenção da operação, E se isso for feito proativamente, as consequências negativas listadas anteriormente podem ser minimizadas ou até evitadas.

Você possui alguns exemplos em que a falta de gestão de obsolescência resultou problemas para a Embraer?

Recentemente o cliente solicitou a compra de um equipamento e quando o fornecedor

foi consultado (pois não é um item demandado com certa regularidade), fomos surpreendidos com a informação de obsolescência do item. Outro caso interessante foi a análise da possibilidade de reativação de um determinado projeto que tinha sido descontinuado há décadas. A consulta dos principais componentes concluiu que muitos fornecedores já haviam encerrados suas atividades.

Quais são as maiores dificuldades ou problemas que você encontra atualmente para realizar o gerenciamento de obsolescência?

As principais são: conscientização de uma equipe de gestão proativa é importante para manter uma operação tranquila e longa do produto e a cultura de que a maioria das áreas da empresa tem sua contribuição na gestão de obsolescência, para manter os produtos ativos através da comunicação e ação entre todos.

Os seus fornecedores, em geral, são prestativos em prover novas soluções quando um problema de obsolescência é encontrado?

Varia de acordo com o tamanho do contrato bem como o envolvimento do fornecedor no projeto. Este tipo de cláusula no ato da contratação, em que o fornecedor tem o dever de comunicar e manter o produto funcional, sem dúvidas ajudaria muito.

Quais áreas ou habilidades das pessoas você considera importantes para se envolver no processo de gerenciamento da obsolescência?

Primeiramente um departamento de gestão de obsolescência capaz de fazer integração com as áreas de suprimentos, estratégia de negócio e mercado, gestão de confiabilidade, desenvolvedores de soluções são o alicerce para o processo.

Você acredita que um monitoramento é mais importante para os sistemas militares do que outros?

Cada projeto tem sua importância e sua criticidade. O ponto determinante é a velocidade de reação que a demanda requer para que sua operação não seja interrompida.

Mais algum comentário sobre o gerenciamento proativo de obsolescência?

Além de proteger a operação do produto o projeto, é uma oportunidade de desenvolver novos negócios.

Entrevista - Força Aérea Brasileira

Força Aérea Brasileira é o ramo aéreo das Forças Armadas do Brasil e um dos três serviços uniformizados nacionais. A FAB foi formada quando os ramos aéreos do Exército e da Marinha foram fundidos em uma força militar única. A Força Aérea Brasileira está capacitada para atuar tanto na vigilância, quanto no controle e na defesa do espaço aéreo. Para tanto, dispõe de modernos recursos para detecção, interceptação e eliminação de equipamentos aéreos, terrestres e aquáticos.

Atualmente, as Forças Armadas do Brasil possuem a maior frota de aeronaves militares da América Latina, com aproximadamente 715 aeronaves em operação, incluindo aviões de caça, ataque ao solo, transporte, reabastecimento aéreo, treinamento, utilitários, de vigilância e helicópteros.

As Força Aérea Brasileira utiliza principalmente as aeronaves Northrop F-5E/F Tiger II, o AMX, o UH-1 Iroquois e o Embraer EMB 314 Super Tucano. Além das aeronaves em operação, a FAB, como parte do projeto de modernização da frota (Projeto FX-2), incluindo o novo caça sueco SAAB Gripen NG, um dos mais modernos e eficientes do mundo, as aeronaves de transporte Boeing KC-767 e o brasileiro Embraer KC-390 e o helicóptero Eurocopter EC 725, desenvolvido em parceria com a França e o Brasil (FAB, 2020).

O autor, Felipe Francisco Vieira, realizou uma entrevista no dia 6 de Maio de 2020 com o Coronel Engenheiro Fernando Marcus da Rocha CERQUEIRA, responsável pelo programa de Gestão de Obsolescência do avião AMX.

Coronel Cerqueira possui graduação em Engenharia Aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1991), especialização em Engenharia de Software pela Universidade Federal do Pará (1996) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000). Tem experiência na área de Engenharia Aeroespacial, com ênfase em Materiais e Processos para Engenharia Aeronáutica e Aeroespacial.

Por que é importante monitorar a obsolescência de maneira proativa?

O monitoramento da obsolescência é uma parcela das atividades de gestão da obsoles-

cência. A primeira impressão que temos ao pensar o assunto é de que o monitoramento é importante a priori.

Gostaria de trazer para reflexão algumas questões que julgo relevantes. Inicialmente, é importante lembrar que controles custam recursos (pessoas, dinheiro, tempo etc.). Aliado a isso, o universo de itens no contexto de sistemas complexos (como uma aeronave, um navio, uma plataforma de petróleo) pode ser enorme (basta olhar para um catálogo de peças de uma aeronave pequena) e inviável de monitoramento integral.

Ainda, há itens / equipamentos para os quais é muito fácil e rápido obter soluções no caso de problemas na cadeia de suprimento. Há casos em que os estoques (internos ou externos) estão bastante confortáveis mesmo no caso de interrupção de cadeias produtivas. Há casos de itens / equipamentos usados também em diversos outros sistemas (comunidade), estes sem perspectiva de interrupção no curto prazo por conta de existência de ampla demanda setorial (local ou mesmo internacional).

Há fornecedores sobre os quais podemos ter um poder de influência muito grande (originado, por exemplo, de diversas outras relações comerciais). Falando de fornecedores, é preciso entender também quais as políticas adotadas por cada um no que diz respeito à manutenção das cadeias de fornecimento de produtos e serviços ao longo do ciclo de vida do produto.

Nesse mesmo contexto é importante conhecer bem essas políticas adotadas pelos fornecedores a título de gerenciamento de riscos: um fornecedor que se preocupa com a questão de obsolescência dos componentes de seus produtos acaba protegendo também, ainda que de maneira indireta, a capacidade de suporte dos sistemas nos quais seus produtos são empregados.

Temos também que considerar em qual momento do ciclo de vida do sistema decidimos abordar o problema de obsolescência (ex: muito no início da utilização, próximo a uma atualização de meia vida, ou mesmo próximo ao desfazimento).

Estas questões, entre outras, nos remetem à necessidade de um cuidado especial para a tomada de decisão (ou proposta de tomada de decisão) a respeito do que monitorar: o universo de itens gerenciados de maneira proativa e aqueles gerenciados de maneira reativa.

Naturalmente, as análises a respeito dos itens / equipamentos que mereçam sofrer um processo de monitoramento de obsolescência acabam revelando a importância dessa iniciativa.

Assim, para os itens / equipamentos considerados objeto de monitoramento de obsolescência, buscamos ser capazes de, senão evitar, então identificar ou antever um eventual problema de suporte do sistema em tempo hábil para a adoção tempestiva de medidas corretivas.

O senhor possui alguns exemplos em que a falta de gestão de obsolescência

resultou problemas para a FAB? Quais os prejuízos causados?

A gestão de obsolescência não é especificamente disciplinada no âmbito do Comando da Aeronáutica por meio de norma dedicada. É chamada de maneira mais genérica em normas de escopo amplo ligadas em Sistema de Material Aeronáutico e Bélico (SISMAB).

Mais recentemente os RTLIB (Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais Básicos) elaborados no processo de obtenção de novos Sistemas (DCA 400-6) passaram comumente a incorporar requisitos ligados a obsolescência.

Temos usado em alguns projetos boas práticas baseadas na experiência inglesa (norma JSP 886, Vol 7, Part 8.13 - Obsolescence Management) em reconhecer a gestão de obsolescência como elemento integrador do Suporte Logístico Integrado (ILS).

A OTAN dá a mesma abordagem e recepciona (DEF STAN 00-600 e STANAG 4597) a abordagem comercial (IEC 62402) de boas práticas para Gestão de Obsolescência.

Assim, podemos encontrar em uma série de contratos de suporte logístico para frotas operadas pelo COMAER que acabam contemplando algumas dessas boas práticas de gestão de obsolescência.

Os eventuais problemas de suporte são predominantes em frotas de aeronaves mais antigas, em frotas pouco ou não duais (configurações exclusivas), ou em frotas reduzidas, de baixa utilização. De fato, os custos maiores, desconsiderando-se aqui aqueles ligados aos reflexos negativos para a operação (mais difíceis de quantificar no caso de aviação militar), são aqueles associados a sistemas / equipamentos que demandam soluções de reprojeção, em que os custos de desenvolvimento ganham uma importância grande.

Quais os principais causadores de obsolescência de um item? Existe alguma variável de maior impacto?

Como coloquei anteriormente, os nossos principais problemas são ligados ao tempo de operação (frotas antigas), poucas aeronaves ainda em operação, sistemas pouco duais. Ainda, tecnicamente, os nossos principais problemas são muito concentrados em equipamentos eletrônicos ou que tenham eletrônica embarcada. Por outro lado, há também os casos em que peças estruturais são descontinuadas por conta de fornecedores que se desfazem de gabaritos ou processos de produção antigos e pouco usados.

Fazer um juízo a respeito de variáveis isoladamente é temerário: a obsolescência é relativa. Podemos ter um caso em que um produto teve sua produção interrompida pelo fabricante, mas o usuário possui estoque para o sistema operar por todo o ciclo de vida planejado e com folga.

Por outro lado, caso desconsideremos as demais questões ligadas às particularidades de cada usuário, pode-se dizer que, dentre as variáveis de grande sensibilidade para a obsolescência estão o envelhecimento da tecnologia (surgimento de novas tecnologias) e demandas reduzidas e decrescentes.

Quais são as maiores dificuldades ou problemas que o senhor encontra atualmente para realizar o gerenciamento de obsolescência?

A evolução das tecnologias e dos produtos delas decorrentes é uma trajetória esperada e normal na indústria. As dificuldades enfrentadas no suporte a sistemas que contam com produtos em processo de obsolescência ou obsoletos devem ser encaradas como uma característica fisiológica dos sistemas e não uma patologia.

Em outras palavras, o enfrentamento da obsolescência precisa ser tratado como uma prática normal e característica do suporte em serviço. Podemos identificar essa abordagem, por exemplo, na declaração dos elementos de suporte logístico da norma JSP 886 Volume 7 Part 1 do MoD inglês e da norma DEF STAN 00-600 Issue 1 da OTAN.

Além disso, a percepção de um saldo positivo no resultado do balanceamento das vantagens de implementar um gerenciamento de obsolescência em relação às suas desvantagens não é imediata.

A aceitação do planejamento de custos de suporte com gerenciamento de obsolescência depende justamente dessa percepção. Sem elementos objetivos e que quantifiquem e demonstrem as vantagens em relação aos custos ligados a gerenciamento de obsolescência, configura-se, portanto, uma dificuldade de aceitação desse tipo de planejamento por aqueles com poder de decisão sobre alocação de recursos financeiros.

Nesse sentido, além de uma boa capacidade de persuasão pontual, algumas boas práticas estabelecem, por exemplo, ferramentas que podem ajudar na quantificação de gastos e visualização de reflexos à utilização de sistemas diante do fenômeno de obsolescência.

Uma delas é a Avaliação do Impacto da Obsolescência (OIA - Obsolescence Impact Assessment, norma JSP 886 Volume 7 Part 8 Chapter 6) permite estimar a disponibilidade num período futuro (normalmente de até 8 anos à frente) ou estimar o impacto da obsolescência na disponibilidade do sistema ao longo de todo o ciclo de vida. São informações que podem ajudar na definição de recursos financeiros que deverão ser planejados para resolver problemas futuros de obsolescência.

Uma segunda análise consagrada nas boas práticas é mais argumento para reforçar a importância de se financiar o gerenciamento da obsolescência do que planejamento como a OIA faz. Trata-se da prevenção de custos ou “Cost Avoidance” de obsolescência. Essa análise busca responder o quanto eu economizo, ou deixo de gastar, se decidir gerenciar obsolescência. Com uma evidência dessas, o decisor passa a dispor de argumento confiável para justificar a alocação de recursos para a implementação ou mesmo contratação de serviços de gerenciamento de obsolescência.

“Cost Avoidance” – breve descrição:

A análise de “Cost Avoidance” aqui descrita se apoia e deve ser acompanhada da leitura da norma JSP 886 Volume 7 Part 8 Chapter 7.

O método proposto é interessante e vale descrever aqui, ainda que superficialmente.

Se baseia no fato de que, se você não faz gerenciamento de obsolescência, pode se deparar com um problema de surpresa e ser obrigado a dar uma solução mais dura que aquela que você teria dado se tivesse agido com antecipação. A diferença de gastos entre a solução mais dura e a solução que seria dada num ambiente de gerenciamento de obsolescência é um custo considerado passível de se evitar.

É feito inicialmente um escalonamento de tipologias de soluções, cada uma mais grave que a anterior, por exemplo (fonte: adaptado da norma JSP 886 Volume 7 Part 8 Chapter 7): 1) “Existing Stock” – aquisição de estoques disponíveis no mercado e que podem ser adquiridos e alocados para o sistema; 2) “Reclamation” - canibalização - uso de um item encontrado em equipamento usado ou sem reparo; 3) “Equivalent” – aquisição de item reconhecido como alternado 3F (“Form, Fit and Function”); 4) “Alternative” – aquisição de item alternativo reconhecido como tecnicamente aceitável (outro PN aceitável); 5) “Aftermarket” – aquisição de item do “paralelo” (não OEM); 6) “Emulation” – aquisição de item de emulação (programação de microcircuitos para simular o item original); 7) “Redesign—Minor” - reprojeto menor; e 8) “Redesign—Major” - reprojeto maior.

Esse escalonamento de soluções, ordenado em termos de gravidade, pode ser visto como um conjunto de saídas que poderiam ser adotadas para os itens que constituem um determinado sistema, cada um recaindo em sua melhor solução preventiva. A título de exemplo, um item que já está substituído por outro item alternado 3F regularmente, poderia ser gerenciado eventualmente com uma compra de estoque desse alternado 3F de modo a evitar termos que passar de improviso para a solução sucessiva de busca de um outro item alternativo (outro PN aceitável), cuja incorporação redundaria em custos adicionais (ex: certificação).

O passo seguinte talvez seja um dos mais críticos pois demanda um estudo estatístico para calibração de parâmetros de custo esperado de solução de obsolescência. Vi há alguns anos um trabalho desses realizado por uma empresa contratada pelo MoD inglês muito interessante. A norma JSB 886 apresenta um exemplo atribuindo custos esperados para cada tipologia de solução de obsolescência (fonte: norma JSP 886 Volume 7 Part 8 Chapter 7, Table 1).

Por exemplo, o custo de solução por item no caso de ainda haver disponível no mercado seria de 100 Libras (custo do processo de aquisição – não é preço do item), enquanto que o custo de solução por item no caso de sermos obrigados, por já não haver mais disponível no mercado, a buscar canibalização, passa a 1300 Libras por item. A diferença de eu não ter agido preventivamente (não ter feito uma compra antecipada) e ter deixado acabar o estoque de mercado e ter sido obrigado a buscar canibalização é de 1200 Libras (1300 menos as 100), um custo que poderia ter sido evitado se eu tivesse de pé uma sistemática de gerenciamento de obsolescência e tivesse agido preventivamente.

O mesmo ocorre sucessivamente a cada tipologia de solução. Na sequência é feita uma estimativa de quantidades de soluções de obsolescência para itens do sistema por ano de

operação e dentro de cada tipologia de solução. Este é também um trabalho estatístico. O somatório dos custos evitados por não passar para a solução imediatamente mais grave resulta o total de custos que só seriam evitados se houvesse um sistema de gerenciamento de obsolescência funcionado. Por fim, o saldo de custos evitados deve descontar os custos de operar um sistema de gerenciamento de obsolescência (pessoal especializado, contratos com empresas de monitoramento de componentes, viagens de negociação com fornecedores, telefone, ICT etc.).

Os seus fornecedores, em geral, são prestativos em prover soluções quando um problema de obsolescência é encontrado?

Os fornecedores de equipamentos, de maneira geral, costumam suportar inicialmente bem seus produtos, seja em termos de logística como em termos de engenharia.

A questão é dependente do esquema de suporte adotado. Se o cliente ou a oficina do cliente trata do assunto diretamente com o fornecedor (VENDOR) do equipamento constituinte do sistema ou se o cliente trata do assunto por intermediação do integrador do sistema (PRIME). Não esquecendo aqui que o integrador pode (MAKE) ou não (BUY) ser o construtor do equipamento.

Há casos em que o construtor / reparador do equipamento monitora a obsolescência muito bem, mesmo sem haver um requisito específico ou mesmo o conhecimento por parte do contratante. Normalmente esse esforço se mantém até certo ponto, até mesmo porque representa custos fixos para o construtor / reparador.

Por outro lado, há casos em que a abordagem é bastante reativa e as soluções, quando existem, chegam por meio de diretivas de modificação ou substituição com custos para o cliente. Nesse sentido, é muito importante que o cliente se assegure que o construtor adote boas práticas de gerenciamento de obsolescência ao longo do ciclo de vida pretendido. Aqui reforço o papel do cliente pois ele é, em última análise, o principal responsável pelo suporte ao sistema.

É importante ressaltar que não conseguimos prever tudo. Eventualmente, mesmo com uma sistemática robusta de gerenciamento de obsolescência, podemos ser surpreendidos com algum problema sério a ser endereçado. Trata-se de um problema de gestão de riscos, com características de uma equação de risco: mais/menos gasto implica em menos/mais risco.

Quais áreas ou habilidades das pessoas você considera importantes para se envolver no processo de gerenciamento da obsolescência?

No meu entender o gerenciamento de obsolescência consolida práticas bastante imediatas e evidentes, de assimilação não muito complexa. Vejo que é muito importante que essa disciplina seja amplamente disseminada nos diversos setores da organização que tratam do suporte logístico ao sistema. As atividades de suprimentos, contratos, engenharia

etc. merecem ser vistas, portanto, sob a perspectiva de gerenciamento de obsolescência.

Por outro lado, as análises de riscos, seleção de estratégias de gerenciamento de obsolescência, planejamento, acompanhamento da vida em serviço, busca de soluções de obsolescência etc. requerem, além do estabelecimento de processos próprios, o conhecimento das boas práticas e capacidade de análise e solução de problemas. É desejável que o profissional que desempenhe atividade de gerenciamento de obsolescência tenha, portanto, um bom perfil analítico.

Ainda, julgo que o conhecimento da gestão de configuração do sistema em questão é de grande importância para o gerenciamento de obsolescência pois este não pode prescindir daquele para a adoção de linhas de ação adequadamente abrangentes.

Podemos exemplificar a importância dessa questão com um caso hipotético em que o gestor resolve um problema de obsolescência de equipamento aplicável a determinada configuração do sistema (ex: conjunto de freio PN XYZ-A) e deixa passar a abordagem das demais configurações (ex: conjuntos de freio PN XYZ-B, -C e -D) podendo ser surpreendido por problemas de suporte que teriam sido solucionados mais facilmente se abordados de maneira conjunta, eventualmente junto ao mesmo fornecedor.

Por fim, é importante que o profissional que gerencia obsolescência seja capaz de avaliar riscos de maneira isenta, objetiva e racional. Propor, por exemplo, uma compra de meia vida envolve riscos de realizar investimentos em estoques que eventualmente não serão totalmente utilizados até o final do ciclo de vida do sistema (chance de morrer com o “mico” na mão).

A mesma decisão, entretanto, pode, ao mesmo tempo, afastar riscos de perdas futuras significativas com soluções custosas de obsolescência (necessidade de desenvolvimento de grande modificação ao final da vida do produto), ou ainda, afastar riscos de imagem associados à falha no adequado suporte ao usuário do sistema (acabar ganhando fama de ineficiente na fase de suporte ao produto).

O senhor acha que um monitoramento é mais importante para os sistemas militares do que outros? Quais as peculiaridades de sistemas militares?

Muitos dos sistemas militares são caracterizados por baixa dualidade de equipamentos em relação a sistemas civis, baixa demanda de produtos e serviços, alta tecnologia (em constante evolução), muitas vezes submetida a sanções de origem geopolítica, custos de desenvolvimento amortizados em frotas relativamente limitadas em número quando comparadas com aquelas de natureza civil.

Diria que o gerenciamento de obsolescência, não somente o monitoramento de obsolescência, é particularmente importante para a capacidade de suporte de sistemas militares quando comparados com sistemas de aplicação civil.

O senhor sabe como outras forças aéreas gerenciam a obsolescência na

prática? Como a organização está estruturada para isso?

Minha experiência com o suporte ao AM-X pela Aeronautica Militare Italiana mostrou uma preocupação por parte daquela Força Armada (FA) com obsolescência, entretanto, dando uma abordagem ainda bastante reativa em termos de gerenciamento.

Mais algum comentário sobre o gerenciamento de obsolescência?

O gerenciamento de obsolescência para sistemas complexos contém riscos de suporte. A mitigação de riscos demanda recursos (gente, dinheiro e tempo). O entendimento dessas questões não pode ter uma base estritamente teórica. Esse entendimento ou convencimento merece ser demonstrado por meio de evidências objetivas, caso contrário a iniciativa de preocupações com obsolescência perde força facilmente.

Digo isso pois a interferência gerada pelo gerenciamento da obsolescência acaba por ocultar os problemas que foram por essa iniciativa evitados (lembra o Princípio da Incerteza de Heisenberg). O mesmo ocorre com gerenciamento da qualidade e outras atividades ligadas a suporte. Assim, controlar a atividade e gerar evidências de performance da mesma deve, em meu ponto de vista, ser considerado mandatório.

Há, ainda, um ponto interessante na adoção de boas práticas de gerenciamento de obsolescência por uma determinada organização de suporte. Existem abordagens muito similares em conceito, entretanto, algumas podem resultar distintas num nível mais tático.

A implementação de abordagens militares Americanas costumam ser, em geral (falando de maneira não específica para gerenciamento de obsolescência) bastante completas, contando com controles, registros, processos, pessoal bem definidos. A abordagem inglesa pode ser um pouco mais enxuta nesses aspectos. E assim por diante. Há vantagens e desvantagens em cada abordagem.

A adoção de boas práticas em uma determinada organização merece uma avaliação cuidadosa (ex: adequabilidade, praticabilidade e aceitabilidade), considerando-se, entre outros aspectos, a cultura dessa organização. Essa preocupação pode ser exemplificada com os riscos (de não aceitação) de uma proposta de estabelecimento de um setor ou grupo de gerenciamento de obsolescência contando, desde o início, com uma quantidade excessiva de profissionais dedicados.

Dessa maneira, a adoção de boas práticas deve ser, em meu ponto de vista, formal (por meio de procedimento / norma própria ou documento declarando recepcionar internamente determinada norma externa totalmente ou em parte) e adequadamente dimensionada à realidade da organização.

Por fim, a área de gerenciamento de obsolescência vem se desenvolvendo bastante nos últimos anos. Dessa maneira há grupos que fomentam o conhecimento por meio de seminários, encontros, organismos normatizadores etc. A participação e a produção de conhecimento científico na área são salutares para organizações que tratam o suporte logístico a sistemas complexos de maneira séria.

Entrevista - Sierra Nevada Corporation

Sierra Nevada Corporation é uma empresa estadunidense líder na solução dos desafios mais difíceis do mundo por meio de tecnologias avançadas de engenharia em Sistemas Espaciais, Soluções Comerciais e Segurança e Defesa Nacional. A empresa é um fornecedor do Ministério da Defesa dos Estados Unidos, da NASA e da indústria espacial privada.

Reconhecida entre as empresas mais inovadoras do mundo, a SNC oferece soluções sob medida para clientes governamentais e comerciais, com aplicações em exploração e satélites espaciais, integrações de aeronaves, sistemas de navegação e orientação, detecção e segurança de ameaças, pesquisa científica e proteção de infraestrutura.

O autor, Felipe Francisco Vieira, realizou uma entrevista no dia 9 de Abril de 2020 com as engenheiras Ashley Stanford e Elizabeth Monarch, ambas responsáveis pelo programa de DMSMS e Gestão de Obsolescência das aeronaves da Força Aérea Americana, cujo suporte é feito por intermédio da Sierra Nevada Corporation.

Ashley Standord possui bacharelado em Engenharia Mecânica pelo Georgia Institute of Technology e mais de 4 anos de experiência como Engenheira de Sistemas e Ligação Estrutural. Elizabeth Monarch possui bacharelado em Engenharia Mecânica pela Colorado School of Mines e experiência como Engenheira na Sierra Nevada Corporation e também na XCEL Energy at Pawnee Station.

How important is it to have proactive monitoring to manage the obsolescence?

Proactive monitoring can be extremely lucrative. Proactive monitoring can prevent countless hours of delays and potentially millions of dollars in unnecessary spending. For example, every company that used Microsoft XP had to upgrade their systems and all other systems that used Windows XP by proxy. My old company upgraded XP to 10 and it was millions of dollars worth of upgrades and hundreds of hours worth of programming and IT support because of the vast network of programs that required upgrading simply because they used information from XP databases. Proactive monitoring can even extend to the initial engineering design of a component/part/platform. Very few companies have

been able to fully incorporate proactive obsolescence based upon my research, however this can truly save companies millions of dollars in the long run.

Why follow the DMSMS standard?

If all companies follow the same standard and use the same databases, obsolescence issues can be caught and tracked much easier and quicker. This also ensures the same level of fidelity across all companies. Standards ensure the same effort and tracking methods will be used across all platforms for all companies.

Right now, AVCOM is the “industry standard” but that relies on CAGE codes which only US and Canada based companies can get. This leaves out thousands of companies, but if all companies could use the same database, a component purchased from Japan that is used in a German sub assembly, but ultimately installed in a Canadian assembly could be tracked down to the smallest piece part in the major assembly. Thus, making obsolescence tracking more robust.

Do you use obsolescence management as a requirement when purchasing new equipment?

Unfortunately no. From my experience, DMSMS is not used throughout SNC, this is a new requirement being levied for the A-29 contracts. I think one other program at SNC has required DMSMS tracking.

What are the biggest difficulties or problems you currently find to realize obsolescence management?

The biggest difficulty is trying to align our current tracking methods with the USG expectations. Per the SD-22 standard, all parts, even down to the rivets and capacitors needs to be tracked, however, we are trying to realign the USG expectations to track the LRU level. Another difficulty is offering the USG all possible solutions to one obsolescence issue. When we initially wrote the DMSMS Management plan, our intention was to provide one solution, but now we are having to find all potential solutions and offer cost breakdowns of each. Also, the entire DMSMS SNC team is new to DMSMS and obsolescence so we are all learning as we go along, we have not had formal training nor do we have supply chain experience so this is a huge project to learn.

What variables do you consider important to prioritize monitoring?

I don't think there are only a few variables to prioritize monitoring. I think a fully robust system needs to take into account all variables to assign an appropriate risk level. Everything from lead time of the new part, to last time buys to redesign efforts, to (in SNC case) the length of time required to get approval to use a new part. They are all important variables to consider unfortunately.

What areas or people skills do you consider important to be involved in the obsolescence management process?

First a foremost, I think someone with experience in supply chain is incredibly useful. I personally do not know who our approved vendors are, nor how to find that information, so when I am looking for a replacement part, I waste countless hours looking at vendors that we cannot buy from. From the SNC side, engineering does not play a huge role in obsolescence management, but from the OEM side, engineering is another important factor. Also program management is important. Someone who has the ability to see how purchasing a solution for one fleet (LAS for example) will affect the NAF fleet.

Do you think a monitoring is more important for military systems than others?

No, I think all companies should subscribe to obsolescence monitoring regardless of industry. Even something as simple as the bicycle industry needs to be aware of obsolescence of shifter cables for example. I think if all companies tracked DMSMS issues, billions of dollars in unnecessary spending and engineering hours and down time could be spared.

Do you know how other companies manage obsolescence in practice? How is the organization structured for this?

I reached out to an old contact at Boeing and unfortunately, they can't tell me any information since SNC isn't on contract with Boeing. I know for a fact Delta Air Lines doesn't track obsolescence. It is always a reactive effort.

Any other comments about proactive obsolescence management?

I initially became aware of obsolescence working at my last company Delta Air Lines, where I was the lead engineer on solving obsolescence of a lavatory waste duct. We had several aircraft on the ground for this issue over a few months and I had to redesign a new duct because Boeing didn't track obsolescence and wasn't aware of the end-user impact. But if Boeing would have tracked DMSMS issues, Delta could have been spared probably close to 100 hours of down time (which is hundreds of thousands of dollars in revenue). After working on DMSMS for the LAS effort, I can now see how incredibly important it is and how quickly one obsolescence issue can spiral into a major redesign of a higher assembly.