

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

DIVISÃO DE ENSINO

ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA PEÇAS DE REPOSIÇÃO PARA MANUTENÇÃO DAS AERONAVES T-25 DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA: UM ESTUDO DE CASO¹

LUCAS FABRÍCIO DE LUCENA ²

RENATA BELLUZZO ZIRONDI MORI ³

RESUMO

A manutenção é imprescindível para a disponibilidade de qualquer sistema e sua eficiência e eficácia dependem fortemente do suporte logístico. Para que as aeronaves Neiva T-25 “Universal”, utilizadas na instrução de voo dos cadetes aviadores da Academia da Força Aérea, mantenham-se disponíveis para a atividade, deve haver, por parte dos setores responsáveis, um efetivo gerenciamento dos sistemas de estocagem a fim de que os suprimentos necessários à sua manutenção estejam disponíveis no momento certo, nas quantidades e qualidade corretas e a um custo adequado. Entretanto, se por um lado o risco de *stockout* é reduzido quando as quantidades estocadas são maiores, por outro, restrições orçamentárias afetam os processos de compra. Em vista disso, o presente artigo apresenta uma análise comparativa entre o método de gestão dos estoques de suprimentos, atualmente utilizados pelo Grupo Logístico (GLOG) da AFA, e o de revisão periódica no que diz respeito à quantidade média estocada. Espera-se que seja possível contribuir com a melhoria dos sistemas de gestão de estoques desses suprimentos e, em consequência disso, com a disponibilidade das aeronaves.

Palavras-chave: Estoque. Disponibilidade. Gestão. Manutenção.

¹Artigo apresentado para Avaliação Final do Trabalho de Conclusão de Curso, como pré-requisito para a conclusão do Curso de Formação de Oficiais Intendentes da Academia da Força Aérea de Pirassununga/ SP.

²Cadete do 4º Esquadrão de Intendência da Academia da Força Aérea – Pirassununga/ SP.

³Professora Doutora da Academia da Força Aérea – Pirassununga/ SP.

**ANALYSIS OF THE INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM FOR SPARE PARTS
FOR MAINTENANCE OF T-25 AIRCRAFT OF THE AIR FORCE ACADEMY: A
CASE STUDY
ABSTRACT**

Maintenance is essential for the availability of any system and its specific logistical support efficiency. In order to Neiva T-25 "Universal" aircraft be used by aviator cadets of Brazilian Air Force Academy, remain available for activity and flight instruction there must be an effective management of storage systems by the responsible sectors to ensure that the necessary supplies for its maintenance are available at the right time, in the right quantities and quality, at an adequate cost. That way, if the stockout risks reduced when the amount stored is greater, budgetary risks could restrict the purchasing process. In view of this, this article presents a comparative analysis between the methods of managing supplies inventories currently used by the Logistical Group of AFA and the periodic review does not concern the average amount stocked. It is expected that it will be possible to contribute to the improvement of supply inventory management systems and, consequently, to the availability of aircraft.

Keywords: *Inventory. Availability. Management. Maintenance.*

INTRODUÇÃO

De forma geral, a logística constitui-se no conjunto de processos relacionados, relativos ao transporte, estocagem, distribuição de produtos, fluxo de materiais, entre outros, que fornecem sustentabilidade e garantem a disponibilidade de um sistema.

Este conjunto de processos pode ser gerenciado de acordo com diferentes abordagens como a empresarial, relacionada ao controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo (BALLOU, 2006) ou a de defesa e seu gerenciamento do Ciclo de Vida dos Sistemas.

Segundo Blanchard (2013), no setor de defesa, a logística evoluiu por meio do conceito de Suporte Logístico Integrado (SLI), desenvolvido em meados de 1960. Segundo o autor, o SLI é composto pelas atividades de suporte necessárias para garantir a eficácia e a eficiência de um sistema em todos os seus níveis de manutenção. Essa abrangência confere uma abordagem de ciclo de vida ao planejamento, desenvolvimento, aquisição e à operação de sistemas com o objetivo de maximizar a prontidão e otimizar custos.

Assim, para garantir a prontidão necessária ao cumprimento de sua missão constitucional, as Forças Armadas (FFAA) dependem fortemente da manutenção de seus sistemas, sejam eles carros de combate, armamentos, infraestrutura, aeronaves, entre outros.

Neste contexto, a disponibilidade depende, então, de um projeto voltado para a confiabilidade e para a manutenção e de um efetivo suporte logístico.

O suporte logístico à manutenção utiliza do fator de consumo para estimar as demandas que, devido às suas particularidades, podem advir de atividades preventivas ou corretivas.

A manutenção preventiva tem por objetivo principal, por meio de análises e inspeções pré-determinadas, evitar que o sistema tenha queda de rendimento ou fique indisponível. Já a manutenção corretiva é realizada quando houve a ocorrência de falha e, assim, torna-se necessário que seja restabelecida a disponibilidade do sistema. Esta última pode ser resultante de uma manutenção preventiva na qual se

identifique um desempenho aquém do esperado para o sistema, sendo neste caso denominada manutenção corretiva programada. Ou ainda pode ser não programada, nos casos de ocorrência de falha eventual (BRASIL, 2003).

Em função da imprevisibilidade de ocorrência de qualquer falha que um sistema possa apresentar, as manutenções corretivas exigem um eficaz e eficiente estabelecimento dos níveis de estoque de seus suprimentos que absorva as incertezas do seu consumo.

A Academia da Força Aérea (AFA) é a organização de ensino do Comando da Aeronáutica responsável pela formação dos futuros oficiais aviadores da Força Aérea Brasileira.

Para tanto, a AFA utiliza o T-25 “Universal” para a instrução de voo dos Cadetes aviadores do segundo ano do Curso de Formação de Oficiais. A fim de que o plano de instrução seja cumprido, é fundamental que haja disponibilidade das aeronaves e que elas estejam em condições de operação. A manutenção destas, por conseguinte, é temática de extrema importância para a Academia da Força Aérea, pois qualquer atraso no restauro, causado pela falta de peças, pode ocasionar prejuízos à realização da instrução.

Perante o exposto, um eficiente e eficaz sistema de gestão de estoques das peças de reposição torna-se fundamental à medida que diminui o risco de falta e consequentemente favorece a disponibilidade das aeronaves de instrução. Entretanto, se por um lado a redução do risco *stockout* leva à formação de grandes estoques, por outro a gestão eficiente dos recursos financeiros é de fundamental importância diante de períodos de restrição orçamentária.

É justamente neste *trade off* que reside o problema de pesquisa aqui discutido. Mesmo para itens utilizados na manutenção das aeronaves T-25, considerados de baixo valor de consumo, é possível realizar uma gestão mais eficiente e eficaz do estoque?

Diante disso, este artigo tem o objetivo geral de realizar uma análise comparativa entre os métodos de gestão de estoque dos suprimentos atualmente

utilizados pelo GLOG e os de revisão periódica no que diz respeito à quantidade média estocada.

Para tanto são objetivos específicos:

- a) Conhecer como é, atualmente, realizada a gestão de estoques de suprimentos utilizados nas aeronaves T-25 bem como as suas implicações.
- b) Simular para alguns desses itens um sistema de revisão periódica de estoque.
- c) Analisar as oportunidades e fragilidades desse sistema.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com a finalidade de manter as aeronaves T-25 da Academia da Força Aérea disponíveis para a instrução de voo dos cadetes aviadores, é necessário que haja, por parte do Grupo Logístico (GLOG) da AFA, um suporte logístico efetivo a fim de que os recursos necessários à realização da manutenção das aeronaves sejam supridos. Para tanto, o GLOG deve gerir os estoques de forma que não ocorram quebras (*stockout*) resultando em aeronaves paradas por falta de peças, mas ao mesmo tempo que o custo associado à manutenção dos estoques não sejam demasiadamente elevados.

Existe estreita relação entre as estratégias de manutenção e os sistemas de gestão de estoques e o seu completo entendimento é fundamental aos objetivos deste artigo.

1.1 Gestão de Estoques e a estratégia de manutenção

De uma forma simples, pode-se dizer que o estoque é uma determinada quantidade de bens ou materiais que está sob o controle de uma organização em um estado relativamente ocioso esperando seu uso ou venda. (SLACK et al, 2008)

Assim, as políticas de estocagem devem ser analisadas sob dois pontos de vista. O primeiro diz respeito ao aumento do nível de serviço da organização mediante a proteção das operações de contingências tais como oscilações de demanda, preços, tempo de ressuprimento; o segundo, por outro lado, refere-se ao financeiro, pois altos

níveis de estocagem geram aumentos nas despesas devido aos custos de armazenagem e do capital imobilizado.

Assim, o objetivo da administração de estoques é “otimizar o investimento em estoques, aumentando o uso eficiente dos meios internos da empresa, minimizando as necessidades de capital investido.” (DIAS, 1993, p.23).

Nesta mesma linha tem-se que, segundo Ballou:

Um objetivo primário do gerenciamento de estoque é garantir que o produto esteja disponível no tempo e nas condições necessárias. É algo que se julga normalmente com base na probabilidade de atendimento do pedido com um produto do estoque atual. Gerenciar estoques é também equilibrar a disponibilidade dos produtos, ou serviço ao consumidor [...] (BALLOU, 2006, p.277)

Para tanto, todo estudo dos estoques deve ser pautado na previsão do consumo do material, sendo esta a principal entrada em um processo de planejamento de estoques.

Segundo De Andrade (2011), uma das dificuldades encontradas pelas organizações na gestão dos estoques diz respeito a prever com maior precisão os índices de demanda. Tendo em vista a imprevisibilidade característica da manutenção corretiva, este problema torna-se ainda maior e tem de ser considerado pelos gestores de estoque da área.

Slack et al (2008) ressaltam que, além da imprevisibilidade da demanda, a incerteza no ressurgimento é um fator a ser considerado nas políticas de estocagem.

Os autores classificam os itens de acordo com o tipo de demanda que apresentam sendo:

- itens de demanda dependente, aqueles cujo consumo é relativamente previsível, pois dependem de fatores conhecidos. Normalmente, os estoques de itens de demanda dependente são mais facilmente gerenciados.

- itens de demanda independente, aqueles cujo consumo é relativamente imprevisível, pois são influenciados por elementos casuais, independentes de qualquer fator evidente para a organização.

Igawa (2006) afirma que a manutenção preventiva, também chamada de programada, possui as demandas por suprimentos mais previsíveis, podendo ser utilizado o *Just in Time*, para que os materiais cheguem apenas quando há a necessidade do uso. Assim, é possível dizer que, no caso da manutenção preventiva ou manutenção corretiva programada das aeronaves, que ocorrem de acordo com o manual de manutenção, os itens utilizados nesses tipos de manutenção são considerados de demanda dependente.

Já no caso da manutenção corretiva não programada, devido à incerteza associada à ocorrência das falhas, a previsão de consumo de alguns itens é dificultada devido à variabilidade associada. Assim, os itens utilizados em manutenções corretivas não programadas podem ser considerados de demanda independente.

Para Freire 2007, p.18, “desconhecimento da demanda, portanto, afeta todos os modelos de estoque, os reativos por suas variações no tempo e nas quantidades, e os ativos pelos desvios (erros) de previsão.”

1.2 Sistema de Gestão de Estoque e Método Duas Gavetas

Gaither e Frazier (2002) discorrem sobre os pontos positivos e negativos da manutenção dos estoques. Como potencialidade citam, por exemplo, a diminuição dos riscos de *stockout* e a possibilidade de descontos por quantidade. Por outro lado, citam os custos de manutenção, o risco obsolescência, entre outras, como fatores a serem observados atentamente pelos gestores.

Para De Andrade (2011) as decisões importantes a serem tomadas na gestão de estoques são:

- A quantidade a ser pedida com base em demandas futuras, custos, descontos;
- O momento em que a nova ordem de pedidos deve ser emitida para atender as necessidades da organização, o qual depende da demanda esperada; e

- A frequência com que os níveis de estoques devem ser revisados, sendo influenciados pela tecnologia e custo de revisão.

Neste sentido, um sistema a ser considerado, para os objetivos aqui pretendidos, é o de lote padrão, o qual consiste na confecção de pedidos de mesma quantidade de material cada vez que este é solicitado. Segundo Gaither e Frazier (2002, p. 272) “o estoque cai até que um nível de estoque crítico, o ponto de pedido, acione um novo pedido”.

Sobre isso, Rego e Mesquita (2010), indicam alguns modelos a serem seguidos:

- a) Reposição contínua, no qual é estabelecido um ponto de pedido “X”. Quando o nível do estoque, constantemente monitorado, chega abaixo deste ponto, um pedido é lançado, um lote de compra é pedido;
- b) Reposição periódica, no qual é determinado um nível máximo de estoque desejado e período para revisão. Em cada revisão, faz-se um pedido para que o nível seja atingido; e
- c) Estoque base, o qual possui uma base de estoque; para cada material retirado, um pedido em igual quantidade é lançado, para manter o nível do estoque.

Com relação ao ponto de pedido, há, segundo Gaither e Frazier (2002), uma preocupação com a incerteza da demanda durante o lead time (DDLT) que diz respeito à quantidade requerida do material entre o pedido e o recebimento. Assim, possuir um estoque de segurança suficiente para este período impedirá a ocorrência de um *stockout*.

Ainda segundo os autores, a estimativa precisa da demanda esperada no *lead time* a partir de registros históricos auxiliará na definição do estoque de segurança e, conseqüentemente, na definição do ponto de pedido.

Uma aplicação simples desta estratégia é o método duas gavetas. Este método consiste no uso de duas gavetas que guardam fisicamente o material. As peças são retiradas de uma gaveta grande, principal, até que ela se esvazie; no fundo desta, há uma requisição para renovação dos materiais nesta gaveta. Enquanto se espera o recebimento do pedido, usa-se as peças contidas na gaveta menor, a qual possui a

quantidade suficiente para suprir a demanda até a chegada do pedido. A quantidade pedida é suficiente para encher as duas gavetas. Quando o estoque se renova, o ciclo é repetido. (GAITHER; FRAZIER, 2002). O gestor, então, deve focar, segundo Gaither e Frazier (2008), em duas questões fundamentais: quanto pedir e quando realizar o pedido.

Dias (2010), ainda, classifica esse método como o mais simples para controlar os estoques. Devido a isso, é recomendado por ele que seja utilizado para peças com menor valor agregado.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A classificação da metodologia utilizada para o alcance dos objetivos propostos pode ser considerada como qualitativa e quantitativa ou quali-quanti.

Para atingir os objetivos pretendidos foi, inicialmente, realizada uma revisão bibliográfica, com o intuito de construir um arcabouço teórico para análise dos dados e embasamento das sugestões. Segundo Alyrio (2009), este método consiste na investigação em material teórico sobre assunto de interesse. Portanto, foram utilizados escritos de diversos teóricos sobre os assuntos de manutenção e gestão de estoques, para alcançar os objetivos propostos.

Com a finalidade de obter dados referentes ao sistema de gestão de estoques utilizados para o T-25, foram realizadas entrevistas semiestruturadas junto ao Esquadrão de Suprimento, setor do GLOG responsável pela armazenagem e controle das peças de reposição da aeronave. Este método, segundo Triviños (1987), tem como característica a realização de questionamentos básicos que são apoiados em teorias e se relacionam ao tema de pesquisa. Tais questões podem gerar novas dúvidas surgidas no decorrer da conversa. É um método flexível, pois apesar de existir uma sequência de perguntas, o entrevistador pode realizar questionamentos a mais que forem surgindo durante o processo.

Para tanto foi elaborado um roteiro de entrevista que está disponível no apêndice I, que teve como objetivo principal coletar informações sobre o processo atual de gestão dos estoques dos suprimentos de manutenção das aeronaves T-25 bem como a definição dos itens a serem utilizados na análise.

A partir da entrevista, foram selecionados três itens de suprimento de manutenção das aeronaves T-25 para compor o estudo de caso aqui desenvolvido. O estudo de caso teve por objetivo comparar o método de gestão do estoque atualmente utilizado pelo GLOG com métodos de revisão periódica no que diz respeito à quantidade média estocada e sua relação com a demanda.

Para tanto, foram solicitados dados de estoque dos itens PN ES48110-1 (e seu alternado PN CH48110-1), PN LW12136 e PN 62224 NON-ASBESTOS (e seu alternado PN 62224). Tais itens são classificados como classe C (baixo valor de consumo), de demanda independente e foram selecionados pelo entrevistado devido ao alto nível de criticidade, ou seja, são itens que não podem faltar para continuidade das atividades de manutenção.

Os dados relativos aos itens de análise foram obtidos do SILOMS e referem-se ao período de janeiro/2020 a maio/ 2022 e fornecidos pelo entrevistado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O Esquadrão de Suprimento (ESUP)

O Esquadrão de Suprimento (ESUP) é, segundo o Regimento Interno (ACADEMIA DA FORÇA AÉREA, 2019), o braço do Grupo Logístico (GLOG) responsável pela gestão do estoque dos suprimentos de manutenção.

Para a efetiva gestão, devido ao elevado número de itens a serem gerenciados, o ESUP classifica os itens em estoque de acordo com o projeto a que se destina, sendo o código T9 utilizado para registrar os suprimentos relativos à aeronave T-25. Além disso, utiliza o Sistema Integrado de Logística de Material e de Serviços (SILOMS), que tem por objetivo o gerenciamento da atividade logística na FAB. Esse sistema possui diversas funções, sendo uma delas o controle do fluxo de materiais, realização de pedidos e gerenciamento de estoque.

A Doutrina de Logística da Aeronáutica divide a manutenção em quatro níveis (escalões), sendo o segundo escalão chamado de base, cujas ações de manutenção realizadas ultrapassam a feita pelo usuário ou os meios utilizados pela organização responsável pelo material, sendo realizadas em organizações de manutenção

(BRASIL, 2003). A manutenção realizada pela AFA nas aeronaves T-25 se enquadra nesse nível.

As aeronaves T-25 são o meio pelo qual toda a instrução primária dos cadetes aviadores do 2º ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores é realizada. Assim, estima-se que para o ano de 2022 sejam voadas, aproximadamente, 7000 horas divididas em 43 aeronaves em dotação na AFA. Por conseguinte, muitas serão as atividades de manutenção realizadas bem como a quantidade de suprimento a ser gerido.

Neste sentido, cabe ao Esquadrão de Planejamento e Controle, cuja subordinação pertence ao GLOG (ACADEMIA DA FORÇA AÉREA, 2019), a definição das necessidades de suprimentos a serem enviadas ao Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (PAMA-LS)

Além deste, a Comissão de Análise Crítica⁴ (CAC) é responsável por acompanhar, diariamente, se estão sendo executadas todas as atividades planejadas para a manutenção. Esta Comissão é composta por militares de diversos setores do GLOG, como o planejamento e controle, o setor de provedoria, inspetoria e manutenção.

Cabe ainda à Comissão definir quais são os itens críticos e os que possuem iminência de troca, respeitando a antecedência de três meses, determinando qual aeronave e em qual dia será realizada a sua manutenção.

A partir do relatório da CAC, o ESUP verifica o nível de estoque do item e, caso não haja a quantidade necessária, é realizada a solicitação, via SILOMS, ao PAMA-LS ou outra Organização Militar (OM) que possua o material armazenado. O tempo de ressuprimento médio é de trinta dias. Entretanto, em situações de emergência, esse período pode ser menor dependendo da disponibilidade do PAMA-LS e dos meios logísticos empregados.

⁴ Em consulta ao Regulamento Interno da Academia da Força Aérea, 2019, foi observado que a Comissão de Análise Crítica não faz parte da estrutura formal da Academia da Força Aérea; foi obtida, na entrevista, a informação de que a Comissão é uma reunião realizada entre diversos militares dos setores envolvidos na área.

Apesar de a AFA estar localizada em uma posição privilegiada, entre dois PAMA (Lagoa Santa e São Paulo), muitas vezes não são enviadas as quantidades de suprimentos solicitadas. Isto ocorre por diversas razões tais como a orçamentária ou a prioridade conferida a outra unidade apoiada pelo Parque. Tais problemas ocorrem, usualmente, com os itens de consumo utilizados nas revisões periódicas, classificados com valor de consumo na classe C e possuem políticas menos rígidas de controle de estoques.

Nos parques, os itens de classe C são adquiridos por meio do Lote Econômico de Compras em grandes quantidades. Tais quantidades, muitas vezes, são totalmente enviadas à AFA pelos PAMA, principalmente aqueles destinados a projetos que somente são utilizados na AFA. Entretanto, como algumas manutenções ocorrem nos parques, muitas vezes ocorre o fluxo contrário sendo o item reenviado pela AFA ao PAMA. Pode haver o caso, também, da transferência de material para outro projeto (aeronave) e nesse caso, os itens são enviados ao PAMA e transferidos para o projeto em que será utilizado.

Apesar de serem considerados de menor valor de consumo, os itens C requerem atenção pelo custo de manutenção em estoque, ao valor imobilizado restringindo a aquisição de outros suprimentos, possibilidade de obsolescência e importância operacional.

Assim, em períodos de restrição orçamentária manter estoques elevados com grande cobertura e conseqüentemente baixo giro pode não ser a política de estocagem adequada.

Pensando em comparar a política atual de controle dos estoques com métodos de revisão periódica foram selecionados três itens pertencentes à classe C.

3.2 Análise dos dados

Para a realização do estudo de caso, foram utilizados dados referentes aos itens PN ES48110-1, PN LW12136 e PN 62224 NON-ASBESTOS utilizados na manutenção das aeronaves T-25. Como dito anteriormente, tais itens possuem baixo valor de consumo, mas possuem criticidade elevada, sendo classificados como Y ou Z. O quadro 1 apresenta as informações gerais dos três itens do estudo.

Quadro 1: Informações gerais

Item	Descrição	Tem substituto?	Classificação XYZ
PN ES48110-1	Filtro, fluido	PN CH48110-1	Y
PN LW12136	Almofada, acionamento magnético	Não	Z
PN 62224 NON-ASBESTOS	Junta	PN 62224	Y

Fonte: Informações fornecidas pelo Esquadrão de Suprimento

De uma forma geral, é possível dizer que os itens PN ES48110-1 e PN 62224 NON-ASBESTOS, classificados como Y, são fundamentais para a realização da manutenção, mas possuem substitutos denominados de alternados. Já o item PN LW12136, também fundamental para a manutenção, não possui substituto, sendo considerado o de maior criticidade, ou seja, é classificado como Z.

Assim, a análise aqui realizada, considerou na movimentação de estoque também os alternados, quando couber.

Considerando que o tempo de ressuprimento médio é de 1 mês, foram calculados os estoques de segurança (ES), a demanda esperada durante o lead time (DEDLT) e o ponto de pedido (PP). Observe os valores no quadro 2.

Quadro 2 – Estoque de segurança, Demanda durante o lead time e Ponto de pedido

	PN ES48110-1	ITEM PN LW12136	ITEM PN 62224 NON-ASBESTOS
ES	13,7997644	48,97621822	40,1266468
DEDLT	11,4137931	15,10344828	32,4137931
PP	25,2135575	64,07966649	72,5404399

Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas através do SILOMS

O ES foi calculado com base no nível de serviço de 95%, ou seja, 2 vezes o desvio padrão. Isso significa que a probabilidade de que haja quebra de estoque durante o lead time é de 5%. Devido à criticidade dos itens analisados, elevados níveis de serviço são necessários a fim de garantir a continuidade da operação de manutenção.

Pelo quadro 2 é possível observar que o valor do desvio padrão é relativamente elevado. Isso porque o consumo do item foi irregular ao longo dos meses de estudo. A irregularidade do consumo, como dito anteriormente, é muito característico de

manutenções corretivas e dificultam sobremaneira e exigem estoques de segurança maiores.

Cabe então analisar relações entre o número de entregas anuais e o estoque médio de modo a garantir que não haja quebra de estoque. Assim, com base nos parâmetros apresentados no quadro 2 e na projeção da realização de ressuprimentos de 2, 3 e 4 vezes ao ano, foram calculados o lote de reposição médio e, a partir dele, o Estoque máximo (E_{max}) permitido para cada um dos itens analisados. Observe o quadro 3.

Quadro 3 – Lote de reposição

LT = 1	Envio 2 vezes/ano	Envio 3 vezes/ano	Envio 4 vezes/ano
Item PN ES48110-1			
lote reposição	68,48275862	45,65517241	34,24137931
E_{max}	93,69631613	70,86872992	59,45493682
Item PN LW12136			
lote reposição	90,62,68966	60,4137931	45,31034483
E_{max}	154,7003561	124,4934596	109,3900113
Item PN 62224 NON-ASBESTOS			
lote reposição	194,4827586	129,6551724	97,24137931
E_{max}	267,0231985	202,1956123	169,7818192

Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas através do SILOMS

O Lote de reposição foi calculado com base no consumo médio do período analisado e nas quantidades de ressuprimentos previstos para o ano (2, 3 e 4) na simulação. O Estoque máximo foi calculado por meio da somatória do lote de reposição e do ponto de pedido (PP), de modo que não haja quebra de estoque durante o período de ressuprimento.

Os quadros 4, 5 e 6 apresentam a simulação do nível de estoque de cada item utilizando dados reais de demanda no período de JAN 2020 a MAIO 2022 para os três períodos de ressuprimento simulados. É possível observar que não há quebra de estoque (*stockout*) ocasionado pela falta do item. Percebe-se, também, a redução do estoque médio com o aumento das entregas e, conseqüentemente, a redução no valor do estoque.

Quadro 4 – PN ES48110-1

Simulação				
Mês	Demanda	Nível de estoque LT = 1 envio 2 vezes ao ano	Nível e estoque LT=1 envio 3 vezes ao ano	Nível e esto- que LT=1 en- vio 4 vezes ao ano
		94	71	60
jan/20	3	91	68	57
fev/20	4	87	64	53
mar/20	10	77	54	43
abr/20	10	67	44	33
mai/20	11	56	33	22
jun/20	14	42	19	60
jul/20	19	23	71	41
ago/20	31	94	40	10
set/20	10	84	30	60
out/20	17	67	13	43
nov/20	24	43	71	60
dez/20	4	39	67	56
jan/21	2	94	65	54
fev/21	5	92	60	49
mar/21	13	87	47	36
abr/21	14	74	33	22
mai/21	13	60	20	60
jun/21	14	47	71	46
jul/21	7	33	64	39
ago/21	19	26	45	60
set/21	16	7	29	44
out/21	13	94	16	31
nov/21	12	82	71	19
dez/21	0	82	71	60
jan/22	7	75	64	53
fev/22	17	58	47	36
mar/22	9	49	38	27
abr/22	10	39	28	17
mai/22	3	36	25	60
	Estoque médio	63,3	47,96666667	43,7
	Valor médio do estoque	R\$1.398,93	R\$1.060,06	R\$965,77

Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas através do SILOMS

Quadro 5 – PN LW12136

Mês	Demanda	Simulação		
		Nível de estoque LT= 1 envio 2 ve- zes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 3 ve- zes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 4 vezes ao ano
		155	125	110
jan/20	0	155	125	110
fev/20	0	155	125	110
mar/20	0	155	125	110
abr/20	4	151	121	106
mai/20	0	151	121	106
jun/20	0	151	121	106
jul/20	0	151	121	106
ago/20	10	141	111	96

Quadro 5 – PN LW12136 (continuação)

Mês	Demanda	Simulação		
		Nível de estoque LT= 1 envio 2 ve- zes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 3 ve- zes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 4 vezes ao ano
set/20	4	137	107	92
out/20	4	133	103	88
nov/20	32	101	71	56
dez/20	0	101	71	110
jan/21	12	89	59	98
fev/21	4	85	125	94
mar/21	4	81	121	90
abr/21	24	57	97	66
mai/21	36	155	61	30
jun/21	124	31	125	110
jul/21	16	155	109	94
ago/21	36	119	73	58
set/21	4	115	69	110
out/21	9	106	60	101
nov/21	24	82	125	77
dez/21	0	82	125	77
jan/22	28	54	97	49
fev/22	4	155	93	110
mar/22	11	144	82	99
abr/22	40	115	42	59
mai/22	8	107	125	110
	Estoque Médio	118,9666667	101,1666667	91,2666667
	Valor médio do Esto- que	R\$ 1.196,80	R\$ 1.017,74	R\$ 918,14

Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas através do SILOMS

Quadro 6 – PN 62224 NON- ASBESTOS

Mês	Demanda (unidades)	Simulação		
		Nível de Estoque LT=1 envio 2 vezes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 3 vezes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 4 ve- zes ao ano
		268	203	170
jan/20	4	264	199	166
fev/20	16	248	183	150
mar/20	28	220	155	122
abr/20	51	169	104	71
mai/20	34	135	70	37
jun/20	26	109	44	170
jul/20	55	54	203	115
ago/20	59	268	144	56
set/20	12	256	132	170
out/20	62	194	70	108
nov/20	64	130	203	44

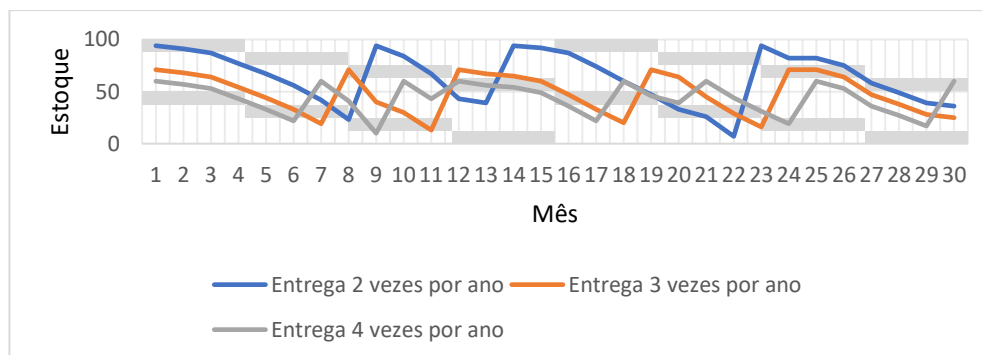
Quadro 6 – PN 62224 NON- ASBESTOS (continuação)

Simulação				
Mês	Demanda (unidades)	Nível de Estoque LT=1 envio 2 vezes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 3 vezes ao ano	Nível de estoque LT=1 envio 4 ve- zes ao ano
dez/20	0	130	203	170
jan/21	4	126	199	166
fev/21	12	114	187	154
mar/21	22	92	165	132
abr/21	51	41	114	81
mai/21	52	268	62	29
jun/21	32	236	203	170
jul/21	31	205	172	139
ago/21	65	140	107	74
set/21	47	93	60	27
out/21	34	59	203	170
nov/21	30	268	173	140
dez/21	4	264	169	136
jan/22	50	214	119	86
fev/22	8	206	111	78
mar/22	27	179	84	51
abr/22	38	141	46	170
mai/22	22	119	203	148
	Estoque médio	173,6666667	143	116,6666667
	Valor médio do esto- que	R\$ 2.549,43	R\$ 2.099,24	R\$ 1.712,67

Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas através do SILOMS

Os gráficos das figuras 1, 2 e 3 apresentam a evolução do estoque dos itens PN ES48110-1, PN LW12136 e PN 62224 NON-ASBESTOS, respectivamente, no período analisado para as três formas de entrega.

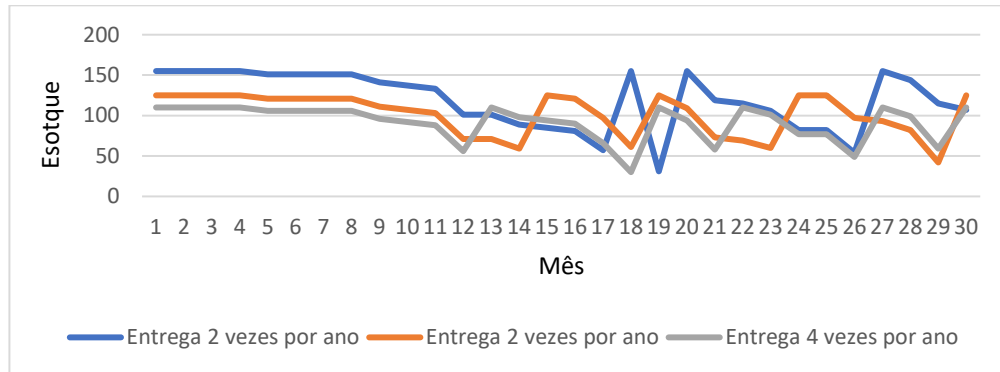
Figura 1 - Variação de Estoque PN ES48110-1



Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas pelo setor responsável

É possível observar, em todas as situações, que o estoque médio reduz quanto maior for o número de entregas ao ano.

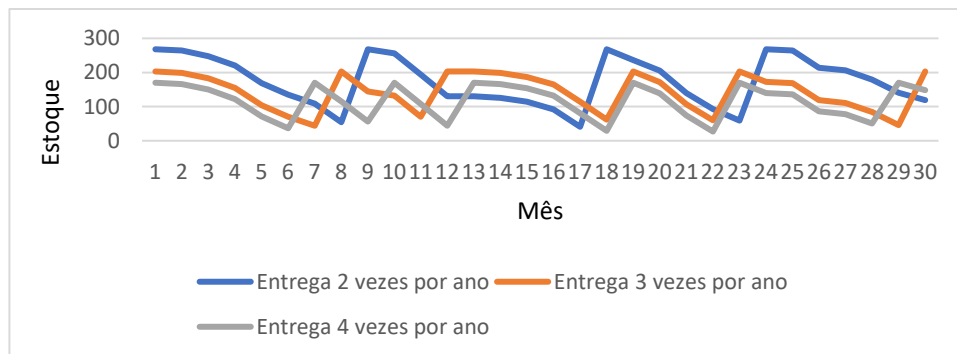
Figura 2 – Variação de Estoque PN LW12136



Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas pelo setor responsável

É possível observar, pelo gráfico da figura 2, que não houve consumo do item em alguns dos primeiros meses do período analisado, o que explica o comportamento da curva.

Figura 3 – Variação de Estoque PN 62224 NON-ASBESTOS



Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas pelo setor responsável

Com o objetivo de estabelecer a comparação entre os níveis de estoque mensais simulados e o estabelecido pela política de estocagem atual para os itens de estudo foram obtidas as entradas no estoque nos últimos 29 meses. Assim,

- Para o item PN ES48110-1 foram registradas duas entradas de suprimento, em JAN 2021 (500 unidades) e em DEZ 2021 (200 unidades).
- Para o item PN LW12136 foram registradas três entradas, em AGO 2020 (78 unidades), JAN 2021 (68 unidades) e NOV 2021 (100 unidades).

- Para o item PN 62224 NON-ASBESTOS foram registradas sete entradas, em AGO 2020 (3 unidades), NOV 2020 (300 unidades), JAN 2021 (79 unidades), OUT 2021 (25 unidades) e três em NOV 2021 (25, 50 e 150 unidades).

O quadro 7 mostra a variação do nível de estoque de acordo com os registros obtidos a partir do SILOMS.

Quadro 7 – Recebimento dos itens no período analisado

Mês	Demanda / Em estoque					
	PN ES48110-1**		PN LW12136		PN 62224 NON-ASBESTOS**	
jan/20	3	0*	0	0*	4	713
fev/20	4	0*	0	0*	16	697
mar/20	10	0*	0	0*	28	669
abr/20	10	0*	4	0*	51	618
mai/20	11	0*	0	0*	34	584
jun/20	14	0*	0	226	26	558
jul/20	19	0*	0	226	55	503
ago/20	31	0*	10	304	59	444
set/20	10	0*	4	300	12	432
out/20	17	0*	4	296	62	370
nov/20	24	0*	32	264	64	606
dez/20	4	0*	0	264	0	606
jan/21	2	500	12	320	4	684
fev/21	5	495	4	316	12	672
mar/21	13	482	4	312	22	650
abr/21	14	483	24	288	51	599
mai/21	13	470	36	252	52	547
jun/21	14	456	124	128	32	515
jul/21	7	449	16	112	31	484
ago/21	19	430	36	76	65	419
set/21	16	416	4	72	47	372
out/21	13	403	9	63	34	358
nov/21	12	391	24	139	30	348
dez/21	0	591	0	139	4	544
jan/22	7	584	28	111	50	494
fev/22	17	567	4	107	8	486
mar/22	9	558	11	96	27	459
abr/22	10	548	40	56	38	421
mai/22	3	545	8	48	22	399
Estoque médio	492,2353		188,125		498,75	

Fonte: Do autor, produzido com base em informações fornecidas através do SILOMS

* Não foram obtidos dados de quantidade de materiais em estoque nos períodos assinalados.

** Os itens em questão também são utilizados pelo projeto U2.

Nota-se que o estoque médio resultante da estratégia de gestão utilizada atualmente pelo ESUP é bastante elevado. Isso acarreta altos custo de manutenção em estoque e custo do capital imobilizado que poderiam ser investidos em outras áreas em uma época de restrição orçamentária.

Comparando os valores dos estoques médios simulados com o real é possível inferir que o sistema de revisão periódica gera estoques menores, se comparado com o método atualmente utilizado na AFA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de analisar a possibilidade de uma gestão que diminua os riscos de quebra de estoque sem manter um elevado nível de peças armazenadas originou-se o seguinte problema de pesquisa: Mesmo para itens utilizados na manutenção das aeronaves T-25, considerados de baixo valor de consumo, é possível realizar uma gestão mais eficiente e eficaz do estoque?

Para responder tal pergunta foram realizadas pesquisas bibliográficas para compreensão dos tipos de manutenção (preventiva e corretiva), suas peculiaridades, e sobre gestão de estoque. Ademais, foi realizada uma entrevista semiestruturada com responsáveis do setor de suprimento para melhor compreensão de seu funcionamento e coletados dados, via SILOMS, sobre três itens de suprimento que possuem duas principais características em comum: o alto nível de criticidade e o baixo valor de consumo.

Uma vez obtidos os dados e com base no referencial teórico, foi realizado um estudo de caso para inquirição do modelo de gestão proposto.

Após a análise dos dados obtidos e a simulação dos níveis de estoque considerando 2, 3 e 4 entregas anuais, observou-se que o estoque médio dos itens é menor que os gerados com a atual política de estocagem do ESUP e, com isso, os custos também são inferiores.

Apesar de as economias obtidas pela redução do estoque médio de cada um dos itens não serem consideravelmente altas, ao pensarmos que, para a manutenção das aeronaves T-25, o número de *Stock Keeping Unit* (SKU) gerenciado é da ordem de centenas de itens é possível inferir sobre a importância da gestão eficaz desses suprimentos.

Ademais níveis menores de estoque médio diminuem o capital imobilizado possibilitando a aquisição de outros itens ou equipamentos destinados à manutenção que estão em falta por restrições orçamentárias.

Em resposta à questão geradora deste trabalho de pesquisa, tem-se que um tratamento cuidadoso do estoque dos itens de manutenção e o uso do método de revisão periódica reduz o estoque médio e o custo de armazenagem enquanto mantém consideravelmente baixo o risco de *stockout*. Por meio dos dados examinados, foi possível observar que o estoque médio gerado pela política atual de estocagem do ESUP é elevado (492,2353 para o PN ES48110-1, 118,125 para o PN LW12136 e 498,75 para o PN 62224 NON-ASBESTOS).

Há de se pensar, então, se houver grandes descontos na aquisição de grandes quantidades, no estabelecimento de entregas parceladas. Isso geraria uma redução do estoque médio, dos custos e do risco de *stockout*.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA DA FORÇA AÉREA. RICA 21-103: **Regimento Interno da Academia da Força Aérea**. Pirassununga, 2019.

ALYRIO, Rovigati Danilo. **Métodos e técnicas de pesquisa em administração**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

BALLOU, Ronald H.. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**, f. 308. 2006. 616 p.

BLANCHARD, Benjamin S.. **Logistics Engineering and Management**. 6 ed. Edinburgh: Pearson Education Limited, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. DCA 2-1: **Doutrina de Logística da Aeronáutica**. Brasília, 2003.

DE ANDRADE, Rafael Quintao. **GESTÃO DE ESTOQUES: UMA REVISÃO DOS CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS**. In: ENEGEP, 31. 2011, Belo Horizonte, 2011.

DIAS, Marco Aurélio P. **ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS: UMA ABORDAGEM LOGÍSTICA**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1993.

DHILLON, B.S. **Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers**. 1 ed. CRC Press, 2006.

FREIRE, Gilberto. **ESTUDO COMPARATIVO DE MODELOS DE ESTOQUES NUM AMBIENTE COM PREVISIBILIDADE VARIÁVEL DE DEMANDA**. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. Tradução José Carlos Barbosa dos Santos. 8 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. Tradução de: Production And Operations Management.

IGAWA, Mario. **OTIMIZAÇÃO DO SUPRIMENTO DE ITENS REPARÁVEIS PARA FROTAS DE AERONAVES**. Niterói, 2006. Dissertação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal Fluminense.

REGO, José Roberto do; MESQUITA, Marco Aurélio de. **Controle de estoque e peças de reposição: uma revisão de literatura**. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/kxpq3WLx4ycx5hN5TMpKnRD/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**, f. 352. 2008. 703 p.

TRIVIÑOS, A. N. S. **INTRODUÇÃO À PESQUISA EM CIÊNCIAS SOCIAIS: A PESQUISA QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO**. São Paulo: Atlas, 1987.

Apêndice I

Questões da entrevista semiestruturada

1. Como são classificados os suprimentos para manutenção? Tipo? Consumo? Algum documento rege esta classificação? Poderia disponibilizar?
2. Quantos tipos diferentes de suprimentos são estocados na DSM?
3. Para algum item a DSM não faz estoque? Quais? Por quê? Isso prejudica a disponibilidade de aeronaves?
4. Caso o fator em questão seja custo, o Sr. poderia fornecer os dados referentes?
5. Quem é o responsável pela determinação das necessidades dos suprimentos de manutenção?
6. Quais são os critérios utilizados para determinar as necessidades?
7. Como eles são definidos?
8. Com qual periodicidade a análise das necessidades ocorre? A DSM usa algum sistema para gerar essas necessidades? Se sim, como ele funciona?
9. Quantos itens a DSM estoca atualmente?
10. Alguns itens são considerados de alta criticidade (aqueles que não podem faltar)? Quais? O Sr. poderia disponibilizar dados de demanda 2020-2021 desses itens?
11. Os itens de alta criticidade são os que mais influenciam na disponibilidade de aeronaves?
12. Qual a periodicidade dos processos de aquisição?
13. As necessidades de todos os suprimentos são definidas da mesma forma? Se não, por quê? Quais os itens que possuem a determinação de necessidades diferente?
14. Qual a periodicidade com que a solicitação de reposição ocorre?
15. Quem faz a solicitação?
16. Qual o tempo de reposição desse estoque? (tempo transcorrido entre a realização da solicitação e o item estar disponível para uso)
17. Há sobrecarga de demanda durante esse período?

18. Há suprimentos de manutenção cuja solicitação seja feita a outros depósitos da FAB (como PAMAs)? Quais? Existe diferença no tempo de reposição nesse caso?
19. As quantidades solicitadas são sempre atendidas? Se não, por quê?
20. Qual a porcentagem de atividades de manutenção que correspondem a manutenção corretiva, corretiva programada e preventiva?
21. Qual tipo de manutenção demanda maior cuidado com o estoque de peças? Por quê?
22. Qual tipo de manutenção exige o uso de mais peças com alto índice de criticidade?
23. Qual tipo de manutenção gera maior índice de indisponibilidade da aeronave?
24. Quais itens possuem maior variação nos níveis de estoque?
25. Quais os métodos de estocagem utilizados para essas peças (ABC, Dente de serra, duas gavetas, se for o caso)?
26. O uso dos variados métodos influencia na disponibilidade de aeronaves?
27. Existe algum método específico utilizado na estocagem visando o valor das peças?
28. Quanto tempo estas peças podem ficar estocadas?
29. Qual o nível máximo e mínimo (no qual deve ser realizado novo pedido) de estoque?
30. Esse nível influencia na disponibilidade de aeronaves? Há a necessidade de expansão dos estoques?