

# 1

## Introdução

### 1.1

#### Introdução Geral ao Tema

De acordo com Bowersox e Closs (2001), a logística é paradoxal: mesmo tendo sido praticada desde o início da civilização, tornou-se uma das mais desafiadoras áreas gerenciais hoje em dia.

Isto ocorre, segundo Blanchard (1998), devido às rápidas mudanças no mundo atual, onde, os requisitos para suporte aos sistemas foram submetidos a alterações significativas. Dentre outros, é de se ressaltar a maior ênfase dada ao desempenho total do sistema em detrimento ao desempenho de seus componentes, a redução no ciclo tecnológico, o maior emprego de materiais de uso comerciais já existentes, o aumento na diversidade de fornecedores, o incremento no ciclo de vida dos equipamentos devido às novas tecnologias, a diminuição no tempo de uso da vida útil dos equipamentos e o crescimento no custo de produção e de manutenção. A tendência atual é que os fabricantes prossigam com tais mudanças, e como consequência, a logística deverá estar em fase com essas novas tendências, no sentido de sempre prestar o melhor suporte entre fornecedor e cliente, sem perdas e gastos excessivos. Neste contexto, também deverá estar inclusa a logística realizada pelo Comando da Aeronáutica – COMAER.

A logística objetiva tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados, a custos de mercado. Nas principais atividades da logística de manutenção incluem a identificação e o gerenciamento de fornecedores; o processo de requisição, obtenção e entrega física de materiais e serviços; a quantificação, o manuseio e o controle de estoque de sobressalentes durante a vida útil dos equipamentos e através da cadeia de suprimento; a embalagem, o transporte e a distribuição entre os escalões.

Estudo feito por um grupo de trabalho, conduzido por J. Edgell e outros (2009), sobre o futuro da logística na “United States Air Force” - USAF até 2025 propôs a criação de um “sistema de sistemas” para dar visibilidade aos

comandantes, e fazer a integração de todos os principais sistemas e seus componentes. Assim, o que se prevê será muito sofisticado e pretende-se que incorpore inteligência artificial, conectividade dos sistemas e grande capacidade de comunicações.

Segundo, ainda ao estudo de Edgell et al (2009), a logística terá que alinhar sob esta nova ótica os seguintes processos:

- Aquisição: máquinas farão a obtenção de bens, só havendo intervenção humana quando parâmetros forem excedidos. Elos de comunicação com o mundo da indústria combinados com crédito instantâneo serão transformados em normas padrões. À medida que o mercado se torna globalizado, melhores métodos de competição, mais rápidos, eficientes e baratos serão empregados. Regras para aquisição mudarão de alguns para muitos usuários para suprir necessidades com a mínima burocracia. Os operadores serão autorizados a negociar com fabricantes itens não existentes em estoque. Pedidos diretos às fábricas diminuirão as necessidades de instalações para o armazenamento e a distribuição, o acesso rápido aos bens permitirá reduzir o estoque. Os administradores logísticos terão acesso a todas as informações e serão capazes de saber em tempo real quanto à existência ou status de seus pedidos de materiais.
- Gerência de materiais: confiabilidade e manutenibilidade serão aumentadas, compras com o fabricante e produção no local da manutenção reduzirão os requisitos para materiais devido ao acesso direto à fonte. Miniaturização, sistemas de comunicação, e computadores de bolso com especificações das partes, assistidos por softwares de projeto por computador (Projeto Auxiliado por Computador - CAD), e máquinas portáteis, miniaturizadas, com capacidade de manufatura por computador (Manufatura Auxiliada por Computador - CAM), permitirão a produção de itens para substituir equivalentes defeituosos próximo do local da necessidade, utilizando-se de placa-mãe para múltiplos propósitos e processadores diversificadores de função que poderão ser carregados dentro de malas para realizar reparos e várias localidades para diferentes equipamentos. As demandas para uso eficiente de fundos resultarão em contínuos esforços para diminuir custos. A tendência de aumento de concessões as contratantes não mudará. Assim, muitas instalações de transporte, reparo, manutenção e armazenamento serão

privatizadas ou terceirizadas. Outro conceito promissor é o projeto tecnológico usando metodologia modular. Sistemas possuidores deste conceito tornarão os procedimentos de manutenção mais eficientes quando módulos ou placas poderão ser removidos rapidamente, permitindo reparo ou reconfiguração de diferentes subsistemas de equipamentos disponibilizados no mercado. Os sistemas deverão alinhar suas funções de manutenção com a robótica. Um exemplo destes, denominado de Sistema Automatizado de Retrabalho de Avião (AARS), está sendo usado para remover diversos tipos de rebites do F-15, localizados nas asas, os quais são identificados e removidos. Após trabalhadores repararem ou substituírem painéis, o AARS faz furos e os reinstala, podendo fazer em um dia, o que uma equipe de técnicos demoraria uma semana. Isto porque um “sistema de visão de máquina” encontra, identifica e emite dado a um computador de controle, que, usando um formulário inteligente, decide que medidas deveriam ser tomadas. Dado o sucesso deste tipo de sistema, serão desenvolvidos similares no futuro para incluir funções rotineiras, tais como, trocas de pneus, freios, lubrificação, reparos de placas eletrônicas e etc. Tudo isto já é passível de uso atualmente.

- Transporte: este, em vez do armazenamento, será a maior restrição para atender às necessidades de usuários que requerem serviços customizados, uma vez que será predominante a entrega no tempo certo ao usuário final. Rastreamento facilitará o atendimento das necessidades. Grandes containers ou componentes com grandes dimensões, tais como motores, serão equipados com microprocessadores para detectar status de sua situação operacional e/ou ambiental. Quando o material necessitar ser movido, microprocessador instalado no item será programado não somente para seu destino final, mas também com a rota ótima e uso a ser dado. Motores requererão menos combustíveis e o uso da nanotecnologia no processo de miniaturização aumentará a capacidade de carga. Pontos pré-definidos e sistemas de comunicação facilitarão a transferência rápida dos bens.
- Manutenção: uma frota envelhecida será o desafio em 2025. A melhoria da confiabilidade e manutenibilidade nos novos projetos reduzirão o requisito total do suporte logístico. Construção modular, peças intercambiáveis, logística enxuta (passando do sistema impulsivo - fornecer sem pedido do

usuário - para tratativo - por demanda) e processo de reparo melhorado por diagnóstico e instruções para pesquisa de defeitos usando de sistemas de realidade virtual com instruções pictoriais, orais e escritas, serão empregados. Aumento na manufatura local (postponement) aumentará a flexibilidade da manutenção e a diminuição da quantidade de itens sobressalentes. Materiais melhorados, sistemas de comunicação, técnicas assistidas por computador, realidade virtual e miniaturização serão fundamentais. Aviões recentemente produzidos incorporam sistemas mais confiáveis e fáceis de manter. Assim, os custos do ciclo de vida se tornarão mais razoáveis. Sistemas embarcados e seus correspondentes em terra requererão menor apoio de peças, pouco pessoal para reparos, e menor tempo de serviços. Desde a sua realização nos anos 90, os programas de confiabilidade e manutenibilidade resultaram em muitas reduções no custo. Foi dado ao melhoramento destes programas o mesmo peso dado à diminuição dos custos, do cronograma e do aumento de requisitos de desempenho nas novas aquisições e nas atualizações dos sistemas existentes. Fornecedores as ofereceram mais confiáveis, o que resultou em reduções de tempo e custo de manutenção. Em paralelo, os projetistas deverão enfatizar a interoperabilidade de peças e componentes. A intensificação do uso de materiais combinados deve ser incorporada nos sistemas antigos e materiais inteligentes serão usados para fabricar novas peças. Projetos fazendo uso da nanotecnologia serão criados e suas representações geradas por computador. Estes projetos serão baseados na fusão do campo da técnica tradicional com a nanotecnologia, em que máquinas microscópicas e outros objetos serão construídos átomo-por-átomo. Computadores unicelulares estarão contidos em todas as peças, possuindo grande poder de processamento. Pesquisas adicionais usando das novas técnicas poderão aumentar a capacidade dos técnicos e fábricas em disponibilizar peças de reposição. Em 2025, técnicos e gestores logísticos acoplarão suas experiências com aquela de diagnóstico da rede neural do sistema para reduzir tempo e custos. Para a pesquisa de defeitos, usarão programas para analisar o problema e histórico dos equipamentos, fazendo testes e recomendações. O sistema avaliará a existência de peças e requisitará o que for necessário para o reparo. Cada sistema do avião terá um registro parecido com um prontuário. A cada visita à instalação de terra, alguns testes,

diagnósticos, reparos ou instalações de peças serão transcritos. Para cada parte do equipamento, o registro estará disponível a todos. Outra área importante é aquela de mudanças na engenharia de manutenção dos sistemas. Os técnicos necessitarão de informações atualizadas a respeito de processos, peças e apoio de suprimento para assegurar resposta imediata. Mudanças alterarão todas as bases de dados, que devem ser auditadas quanto à exatidão e sincronização. Uma rede neural integrará tarefas de apoio como a descrita acima. Outros meios requererão usar sistemas de informações para analisar os dados e estabelecer níveis de estoques. Por exemplo, poder-se-á fazer de cada sobressalente uma peça do sistema de informação, usando microprocessadores embutidos que poderão ser empregados para informar quando o local de necessidades for atingido ou para fazer diagnóstico de si. Terão capacidade de se conectar ao sistema para avaliar a possibilidade de troca em caso de falha. Em qualquer tempo, relatará a si como tal e “verificará” o sistema para checar se há substituto. Quando a aeronave aterrar, a manutenção analisará o relatório contido em sua memória ou transmitido a Base para determinar a sua condição. No evento de confirmação da falha, o pedido de suprimento já fora gerado e o reparo oportuno poderá ser realizado.

Os desenvolvimentos idealizados pelo setor militar e resumidamente aqui registrados necessitarão de um compartilhamento de esforços entre a iniciativa privada e pública. Ballou (2001) registra que o desenvolvimento da logística militar, em épocas passadas, influenciou o desenvolvimento da gestão da logística industrial em décadas subseqüentes. Atualmente, o setor militar americano continua patrocinando pesquisas logísticas por intermédio de instituições especializadas e os resultados produzidos têm influenciado o setor industrial que tem mantido uma simbiose que será proveitosa para ambos os setores. Assim, a tecnologia e procedimentos anteriormente mencionados brevemente estarão disponíveis em outros sistemas da iniciativa privada e desta maneira facilitando a integração e intercambialidade de produtos e serviços de suporte logístico ao longo de toda cadeia de suprimento ao nível mundial.

## 1.2

### **Objetivo Geral**

Este trabalho visa tratar da gestão de estoque para itens sobressalentes reparáveis no Sistema de Controle do Espaço aéreo Brasileiro – SISCEAB.

## 1.3

### **Objetivos específicos**

a) Apresentar o modelo atual usado para o cálculo e distribuição de sobressalentes reparáveis no SISCEAB.

b) Apresentar um modelo alternativo para o cálculo de sobressalentes reparáveis embasado na teoria do modelo “Muiti-Echelon Technique for Recoverable Item Control” - METRIC que usa a metodologia de otimização sistêmica para distribuição de itens em múltiplos escalões que tende a diminuir os valores gastos com sobressalentes quando comparado com o primeiro modelo, mas mantendo ou até melhorando o nível de disponibilidade do sistema suportado.

## 1.4

### **Importância do Trabalho**

O SISCEAB por intermédio de organizações específicas faz o planejamento, a especificação, a aquisição, a distribuição e o gerenciamento de sobressalentes para atender os diversos sistemas de equipamentos implantados que suportam a operacionalidade do controle do tráfego aéreo brasileiro.

Um problema crônico que o SISCEAB sempre se depara e que não é de sua exclusividade, relaciona à definição da quantidade e localização dos itens sobressalentes reparáveis de uma lista inicial a ser adquirida quando da implantação de um novo sistema. Para que haja agregação de valores para o sistema, a quantificação e localização dos itens a adquirirem deverão estar o mais próximo possível da situação ótima, o que evitará gastos excessivos, altas taxas de inoperâncias dos equipamentos, excesso de itens obsoletos ao fim da vida útil do sistema, altos gastos com a logística reversa e desta maneira evitando

desproporcionalidade na aplicação orçamentária do COMAER entre os diversos sistemas a serem suportados, podendo assim fazer uma melhor equalização no atendimento das demandas.

Ainda, justificando os custos dos suportes disponibilizados, Blanchard (1998) relata que os sistemas e componentes têm se tornados mais complexos com o avanço tecnológico e com o acréscimo dos requisitos logísticos. Não apenas os seus custos de aquisição aumentaram significativamente nas décadas passadas, como aqueles relativos ao suporte logístico que incrementaram em maior proporção.

Nos dias de hoje, o dilema de orçamentos reduzidos se mantém, o que combinado com a crise econômica mundial tem resultado em menos recursos para a aquisição de suporte para novos sistemas e para a manutenção do suporte daqueles já em uso.

Como referência de valores, o custo para o dimensionamento de uma lista inicial de sobressalentes pode variar de algumas dezenas de milhares a algumas centenas de milhões de Dólares. Como exemplo, a lista inicial de sobressalentes e instrumentos de testes para o Sistema de Vigilância da Amazônia – SIVAM foi orçada em aproximadamente duas centenas de milhões de Dólares.

Assim, o desafio do atual profissional de logística é empregar recursos humanos, materiais e financeiros de modo eficiente e eficaz para manter a máxima disponibilidade dos sistemas de alta tecnologia. Para atingir esta eficiência, a gestão otimizada dos estoques de sobressalentes reparáveis é parcela fundamental para o atendimento deste desafio.

Neste sentido, este trabalho apresentará um modelo sistêmico analítico que otimiza o cálculo da quantidade e distribuição em escalões dos itens que compõem uma lista inicial de sobressalentes reparáveis para um sistema de equipamentos de alta tecnologia a ser implantado no SISCEAB.

## 1.5

### **Estrutura da dissertação**

Além desta introdução, este trabalho é constituído de mais três capítulos. No Capítulo 2 são apresentadas as organizações gestoras e a estrutura que o SISCEAB disponibiliza para suportar logisticamente os diversos sistemas instalados e fazer novas aquisições. Neste capítulo também está apresentado o modelo atualmente usado pelo SISCEAB para a definição e compra de uma lista inicial de sobressalentes reparáveis para um novo sistema em implantação. O mecanismo do uso deste modelo é apresentado e exemplos são dados.

No Capítulo 3 é apresentado um seqüenciamento de modelos para cálculo e distribuição de sobressalentes reparáveis para múltiplos escalões com otimização ao nível sistêmico, baseado nas técnicas aplicadas em modelos desenvolvidos por Sherbrooke (1992). O modelo final usa como dados de entradas os parâmetros estatísticos da demanda de cada item, o tempo de trânsito de cada item pelos canais de suprimento, o número de faltas não atendidas que são conjugados com a disponibilidade desejada para o sistema e o orçamento disponível. As fórmulas matemáticas para os cálculos estatísticos são apresentadas, bem como os procedimentos de otimização ao nível sistêmico, usando das características do processo de Poisson para obter as quantidades de unidades de cada item que deverão ser disponibilizadas em cada escalão para que uma determinada disponibilidade do sistema seja atingida dentro dos limites orçamentários.

No Capítulo 4 são apresentadas conclusões e sugestões para futuras pesquisas.