

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Pedro Andrade Amaral

**APLICAÇÃO DO SUPORTE DE LOGÍSTICA
INTEGRADO, ILS SX000i, NOS PROCEDIMENTOS DE
MANUTENÇÃO EM COMPANHIAS AÉREAS**

**Taubaté - SP
2019**

PEDRO ANDRADE AMARAL

**APLICAÇÃO DO SUPORTE DE LOGÍSTICA
INTEGRADO, ILS SX000i, NOS PROCEDIMENTOS DE
MANUTENÇÃO EM COMPANHIAS AÉREAS**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de Engenharia Aeronáutica do
Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Pedro Augusto Alves da
Silva

**Taubaté - SP
2019**

SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

A485a Amaral, Pedro Henrique Andrade Souza do
 Aplicação do suporte de logística integrado, ILS SX000i, nos
 procedimentos de manutenção em companhias aéreas / Pedro Henrique
 Andrade Souza do Amaral. – 2019.
 33f. : il.

 Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento
 de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

 Orientação: Prof. Dr. Pedro Augusto da Silva Alves, Departamento
 de Engenharia Mecânica.

 1. Aeronautica. 2. Logística Integrada. 3. Manutenção. 4. S1000D. 5.
 SX000i. I. Graduação em Engenharia Aeronáutica. III. Título

CDD 658.5

Ficha catalográfica elaborada por Angela de Andrade Viana – CRB-8/8111

PEDRO ANDRADE AMARAL

**APLICAÇÃO DO SUPORTE DE LOGISTICA INTEGRADO, ILS SX000i, NOS
HANGARES DE MANUTENÇÃO DE COMPANHIAS AÉREAS**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do Curso
de Engenharia Aeronáutica do Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade de
Taubaté


DATA: 29/11/19

RESULTADO: APROVADO

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Pedro Augusto Alves da Silva

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Pedro Marcelo Alves Ferreira Pinto

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

28 de Novembro de 2019

Dedico este trabalho aos meus pais João do Amaral Neto e Marilene Andrade Amaral, e a toda comunidade Universitária do meio Aeronáutico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador Prof. Pedro Augusto Alves da Silva, pelo suporte no tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A equipe de administração do Aeroporto de Teixeira de Freitas e Porto Alegre pelo apoio e oportunidades cedidas para o desenvolvimento das pesquisas.

A equipe da Azul Linhas Aéreas da base de Teixeira de Freitas e Porto Alegre por todo o apoio e informações cedidas para o desenvolvimento e aplicação do trabalho. Sem eles, nada disso seria possível.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito Obrigado.

“Há um ditado que ensina o gênio é uma grande paciência; sem pretender ser gênio, teimei em ser um grande paciente. As invenções são, sobretudo, o resultado de um trabalho teimoso, em que não deve haver lugar para o esmorecimento”
(SANTOS DUMONT)

RESUMO

A logística integrada desenvolve uma ligação entre o produto e a empresa de uma maneira em que o produto esteja sempre disponível para de maneira conjunta com as operações efetuadas de maneira integral dentro de uma operação logística. Melhor qualidade em uma operação mais eficiente são pontos estratégicos a serem estudados dentro dos planos criados. Na área da manutenção a logística integrada tem a função de tornar a manutenção preventiva em uma manutenção preditiva, identificando o problema antes da manutenção corretiva, alinhando junto a preventiva para que o produto esteja disponível sempre no tempo da necessidade apresentada. Aplicações como o sistema de integração ILS SX000i pode desempenhar o papel de introdutor de melhorias para o processo de integração da manutenção. Então, seguindo os procedimentos encontrados no sistema estudado, a presente aplicação com objetivo de propor o uso de suas metodologias para a gestão dos diferentes mecanismos de execuções das operações da manutenção de uma companhia aérea. Encontrado dificuldades operacionais no momento de uma aérea precisar alimentar a outra, a logística integrada desempenha o seu papel no apoio de interligar essas aéreas e suas operações. A Metodologia usada para a realização dos procedimentos foi a S1000D encontrada dentro do sistema SX000i. Depois da aplicação do SX000i, foi possível encontrar resultados que mostram a viabilidade do uso de um sistema integrado de logística nas áreas de manutenção de uma companhia aérea para viabilizar as operações, evitando assim atrasos e cancelamentos e diminuindo prejuízos causados pela área de manutenção.

Palavras-chave: Logística Integrada, SX000i, S1000D, Manutenção, Aeronáutica.

ABSTRACT

Integrated logistics develops a link between the product and the company in such a way that the product is always available to all together with operations carried out integrally within a logistics operation. Better quality in a more efficient operation are strategic points to be studied within the plans created. In the area of maintenance, integrated logistics has the function of making preventive maintenance a predictive maintenance, identifying the problem before corrective maintenance, aligning with the preventive so that the product is always available in time of the presented need. Applications such as the ILS SX000i integration system can play the role of introducer of improvements to the maintenance integration process. Then, following the procedures found in the studied system, the present application aims to propose the use of its methodologies for the management of the different mechanisms of execution of the maintenance operations of an airline. Encountered operational difficulties when one airline needs to feed the other, integrated logistics plays its role in supporting the interconnection of these airlines and their operations. The methodology used to perform the procedures was the S1000D found within the SX000i system. After applying the SX000i, it was possible to find results that show the feasibility of using an integrated logistics system in the maintenance areas of an airline to make operations feasible, thus avoiding delays and cancellations and reducing losses caused by the maintenance area.

KEYWORDS: Integrated Logistics, SX000i, S1000D, Maintenance, Aeronautic.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de Cálculos de Engenharia de Manutenção.....	27
Tabela 2 - Tabela de Valores	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEAR	<i>Associação Brasileira das Empresas Aéreas</i>
ALI	<i>Apoio Logístico Integrado</i>
ANAC	<i>Agência Nacional de Aviação Civil</i>
APU	<i>“Auxiliary power unit” (Unidade auxiliar de energia)</i>
CCV	<i>Custo Ciclo de Vida</i>
ILS	<i>Integrated Logistic Support</i>
MTBF	<i>“Mean Time Between Failures” (Tempo Médio Entre Falhas)</i>
MTTF	<i>“Mean Time To Repair” (Tempo Médio Até o Reparo)</i>
PAX	<i>Passageiro</i>
PIC	<i>Partes ilustradas de catalogação</i>
PF	<i>Probabilidade de Falha</i>
SBPA	<i>Aeroporto de Porto Alegre</i>
SNTF	<i>Aeroporto de Teixeira de Freitas</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

λ	Taxa de Falhas
μ	Taxa de Reparo
T	Tempo(h)
e	Exponencial
C	Confiabilidade
M	Manutenibilidade
D	Disponibilidade

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	19
3.1 ESPECIFICAÇÕES DO ILS (SX000i/S1000D)	19
3.1.1 PLANEJAMENTO DE PROJETO	19
3.1.1.1 CADEIA DE FORNECIMENTO GLOBAL	19
3.1.2 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DE REQUISITOS DAS PARTES INTERESSADAS	20
3.1.2.1 ANÁLISE DE REQUISITO	20
3.1.2.2 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO	20
3.1.3 PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO	21
3.1.4 PROCESSO DE INTEGRAÇÃO	21
3.1.5 PROCESSO DE VERIFICAÇÃO	22
3.1.6 PROCESSO DE TRANSIÇÃO	22
3.1.7 PROCESSO DE VALIDAÇÃO	22
3.1.8 PROCESSO DE OPERAÇÃO	22
3.1.9 PROCESSO DE MANUTENÇÃO	23
3.1.10 PROCESSO DE DESCARTE	23
3.2 PESQUISA DE CAMPO	23
3.3 CALCULOS	24
3.3.1 CONFIABILIDADE	24
	24
3.3.2 MANUTENIBILIDADE	24
	25
3.3.3 DISPONIBILIDADE	25
3.4 AQUISIÇÃO DE DADOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 PESQUISA DE CAMPO 1 (AEROPORTO DE TEIXEIRA DE FREITAS – BA)	26
	13

4.2 PESQUISA DE CAMPO 2 (AEROPORTO DE PORTO ALEGRE – RS)	26
4.3 PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE PROJETO	27
4.4 PROCESSO DE ANÁLISE DE SITUAÇÃO	27
4.5 APLICAÇÃO DO PROCESSO	29
4.6 DISPONIBILIDADE DAS PEÇAS	29
4.7 NÚMEROS FINAIS	30
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICES	33
APÊNDICE 1	33
APÊNDICE 2	34
APÊNDICE 3	35

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com mais de 8 milhões de quilômetros quadrados. Esse imenso território demanda ser integrado por uma rede de transporte que permita o pleno desenvolvimento da economia. Segundo a ANAC, foram transportados no ano de 2018 cerca de 93,6 milhões de passageiros em voos domésticos operados por 7 companhias aéreas de voos regulares no mercado comercial e regional. A frota de aviões no Brasil dessas companhias chegou a 635 aeronaves no ano de 2018, apesar do déficit do ano anterior, houve um aumento de 4,1% em relação ao número de passageiros pagos transportados em 2017 segundo a ANAC.

Com o aumento de aeronaves em suas frotas, conseqüentemente as companhias aéreas percebem o aumento nas despesas para manterem essas aeronaves, além dos preços pagos pelo aluguel delas, os gastos com manutenção vêm em segundo lugar nos custos para se manter um avião. Segundo a ABEAR em média 11% das despesas de uma companhia aérea vem do suporte de manutenção das aeronaves, podendo ser maior se a logística dos hangares e pátios não funcionarem como planejado. Atrasos em voos, demora no despacho das aeronaves e mudanças climáticas geram prejuízos altos para as companhias, conseqüentemente, afetando o plano de manutenção das aeronaves e atingindo diretamente o ciclo de vida útil das peças e equipamentos dos aviões.

Hoje no Brasil contamos com 4 Hangares de manutenção na aviação comercial operados por algumas companhias aéreas brasileiras, Aeroporto Tancredo Neves, em Belo Horizonte operado pela GOL Linhas Áreas, São Carlos e Guarulhos, operado pela LATAM Brasil e Pampulha em Belo Horizonte operado pela Azul Linhas Aéreas. Nesses hangares são feitos procedimentos de manutenções mais pesadas conhecidos como os “Checks”, alguns podendo levar mais de 1 mês para serem completados, fazendo com que a aeronave fique inoperante durante todo esse período. O problema de manutenção das companhias se encontra na sua maioria nos procedimentos de “Rampa”, quando uma aeronave chega de um voo e é preparada para o próximo, esse período pode durar 30 minutos. Qualquer falha apresentada nesses “Checks” pode fazer com que a aeronave fique em solo até a sua liberação, gerando atrasos, transtornos com passageiros e gastos para a companhia com taxas aeroportuárias. Outra problemática envolvida na manutenção é o fato de algumas bases não contarem com peças de reposição em seu estoque, até porque algumas

peças não podem ser estocadas em pequenas bases, sendo necessário um sistema de logística para que a peça chegue até o local e a manutenção seja efetuada. Algumas companhias dispõem de aviões cargueiros de pequeno porte que efetuam esse traslado das bases de grande porte até as bases de médio e pequeno porte. A falta dessas peças pode gerar gastos com transportes e tornar a aeronave inoperante.

Um plano de logística aliado a uma análise de peças que mais degradam em voo e uma aplicação de um sistema integrado aos procedimentos de manutenção, podem reduzir gastos indesejados entre as grandes bases e as pequenas e médias bases das empresas, agilizando as operações da companhia. A Aplicação de um sistema disciplinado e unificado num só processo das disciplinas técnicas da logística como o ALI ou apoio logístico integrado, do inglês ILS (*Integrated logistic support*), gera um benefício no desenvolvimento do produto e no fornecimento de serviços. No Brasil, a introdução da prática do ALI se deu a partir do final do século passado inicialmente aplicado no ambiente militar como processo gerencial e metodologia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Logística é o processo de planejamento, implementação e controle das atividades que envolvem movimentação e armazenagem, facilitando o fluxo dos produtos do ponto em que se adquire a matéria-prima até o consumo final, bem como os fluxos de informação responsáveis por colocar os produtos em movimento, com a finalidade de fornecer níveis adequados de serviço aos clientes a um razoável custo (BALLOUP, 2010).

A Logística é um verdadeiro paradoxo. E, ao mesmo tempo, uma das atividades econômicas mais antigas e um dos conceitos gerenciais mais modernos. Desde que o homem abandonou a economia extrativista, e deu início as atividades produtivas organizadas, com produção especializada e troca dos excedentes com outros produtores, surgiram três das mais importantes funções logísticas, ou seja, estoque armazenagem e transporte. A produção em excesso, ainda não consumida, vira estoque. Para garantir sua integridade, o estoque necessita de armazenagem. E para que a troca possa ser efetivada, é necessário transportá-lo do local de produção ao local de consumo. Portanto, a função logística é muito antiga, e seu surgimento se confunde com a origem da atividade econômica organizada. (PAULO FERNANDO FLEURY, 2012)

Em um ambiente aeronáutico, a logística é uma divisão de suma importância para que tudo funcione de maneira correta. As operações corretas de um despacho de uma aeronave para seu próximo voo, está totalmente ligada a logística empregada para que cada etapa do processo tenha saído corretamente de maneira planejada para com que cada voo seja despachado dentro dos limites de segurança e controle de cada companhia.

A manutenção de cada aeronave está sobre a responsabilidade da logística dos seus técnicos, engenheiros e operadores que organizaram cada etapa de cada processo para que tudo tenha saído no momento certo sem atrapalhar nas operações. Uma má administração na logística em um hangar de manutenção acarreta vários atrasos seguintes que acaba gerando problemas para todas as aéreas dentro de uma empresa área, desde o deslocamento de outras aeronaves, até o remanejamento de passageiros e cargas em outras operações podendo gerar multas e transtornos em todo o sistema.

O ILS surgiu em função das características peculiares dos grandes projetos: Alto valor agregado dos sistemas, subsistemas e componentes, grande complexidade tecnológica e necessidade de mantê-los funcionando em um horizonte temporal de médio e longo prazo. (HEITOR FREIRE DE ABREU, 2015)

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

3.1 ESPECIFICAÇÕES DO ILS (SX000i/S1000D)

Através dos métodos analisados pelas especificações do sistema de logística integrado pelo processo SX000i, foram implementadas análises específicas em cada processo da logística e manutenção das bases estudadas. As especificações do SX000i fornecem informações e instruções para garantir uma compatibilidade e comodidade durante o processo do suporte de logística integrado através do conjunto de etapas desenvolvidos com a indústria Aeronáutica como mostrado no Apêndice 1. A visão para as especificações S-Series ILS é que as partes interessadas poderão aplicar processos logísticos comuns, de modo a permitir o compartilhamento e a troca de dados de forma segura durante a vida útil dos produtos e serviços.

O S1000D é uma especificação internacional para a produção, distribuição e gerenciamento de publicações técnicas e conteúdo de aprendizado como exemplificado no Apêndice 2. Pode suportar qualquer tipo de produto terrestre, marítimo ou aéreo (incluindo produtos civis e militares) durante todo o seu ciclo de vida.

3.1.1 PLANEJAMENTO DE PROJETO

O processo de planejamento de projeto determina o alcance da gestão das atividades. Identifica os processos de saída, as etapas e entregas, estabilizando uma conduta de tarefas programadas de projeto incluindo critérios de avaliação, e requerendo recursos para realizar essas determinadas tarefas.

A inclusão da interface dos elementos do ILS junto com o plano do sistema de gestão de engenharia, aprovam e autorizam o envolvimento de partes relevantes para a aplicação do sistema de logística.

As análises dos problemas encontrados nas manutenções, identificam as necessidades da aplicação das etapas para analisar a Confiabilidade, disponibilidade, manutenção e testabilidade dos equipamentos e procedimentos.

3.1.1.1 CADEIA DE FORNECIMENTO GLOBAL

Os dados de provisionamento gerados pelo domínio global de suprimentos contêm informações para a identificação, descrição e verificação de itens, materiais,

suprimentos e serviços que devem ser adquiridos, inspecionados, empacotados e fornecidos ou entregues aos usuários.

3.1.2 PROCESSO DE DEFINIÇÃO DE REQUISITOS DAS PARTES INTERESSADAS

O processo de definição de requisitos das partes interessadas fornece a linha de base para o desenvolvimento de produtos e, portanto, a base para a descrição técnica das entregas, normalmente no nível do produto, e define interfaces nos limites do produto. Os cenários operacionais e logísticos do produto precisam ser analisados no ambiente pretendido, levando em consideração a identificação de possíveis interessados e suas necessidades, expectativas e restrições ao longo do ciclo de vida dos produtos.

É possível identificar os requisitos que não foram formalmente especificados pela parte interessada (Engenharia, treinamento esperado ou equipamento de proteção). Os conceitos de operação, suporte e descarte devem ser estabelecidos dentro deste processo.

3.1.2.1 ANÁLISE DE REQUISITO

Durante a análise de requisitos, os requisitos das partes interessadas são transformados em requisitos funcionais, não funcionais e de desempenho do produto total, incluindo requisitos de logística. É necessária uma colaboração estreita de domínios para fornecer um conjunto completo, praticável e preciso de requisitos. Os requisitos do ILS devem ser seguidos desde a fase inicial para garantir que serão atendidos.

3.1.2.2 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

O desenvolvimento de projeto é um processo criativo e, geralmente, não existe uma solução exclusiva para atender às exigências do usuário, especialmente para produtos complexos. Se a disponibilidade e operação do produto, a eficiência de custo, as funcionalidades de logística ou os processos em serviço forem afetados pelos requisitos, o engenheiro de logística executará estudos e análises. Isso envolve:

- Estabelecer critérios de criação para cada elemento do ILS. Normalmente, os critérios incluem características físicas, de desempenho, comportamentais, de durabilidade e de serviço sustentável.
- Decidir quais requisitos do produto estão relacionados aos operadores, considerar as limitações das capacidades humanas, integração do desempenho humano e saúde e segurança do pessoal.
- Modelagem de projetos alternativos, com o nível de detalhe apropriado, para que uma comparação entre eles garanta que as restrições sejam levadas em consideração no projeto e para realizar avaliações de eficácia, trade-off e análises de risco para determinar uma solução ótima de projeto.

3.1.3 PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO

O processo de implementação projeta elementos do produto de acordo com a descrição detalhada. Isso inclui a identificação de produtos ILS, como treinamento, publicações eletrônicas, recursos de informática, procedimentos de suporte ao fornecimento e acordos da cadeia de suprimentos. O processo de planejamento da implementação começa com a definição das necessidades de dados para a implementação dos Produtos ILS. Isso inclui levar em consideração os dados da análise, como detecção e isolamento de falhas, operação e manutenção do produto, Saúde e segurança e fatores humanos. Uma vez implementados, os recursos e produtos iniciais do ILS podem ser preparados. Por fim, a implementação fornece evidências de que o desenvolvimento de projeto atende aos requisitos no nível do elemento e é consistente com as políticas organizacionais.

3.1.4 PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

O objetivo do processo de integração é reunir os elementos do produto em relação ao produto total e fornecer evidências de que o produto total executará as funcionalidades necessárias esperadas. Para arquivar isso, as interfaces internas e externas devem ser validadas e verificadas para que o fluxo correto de informações possa ser confirmado e o conjunto constituinte seja verificado no nível total do produto. Essas tarefas incluem a validação do produto e produtos de suporte com base nos critérios de aceitação logística estabelecidos no processo de análise de requisitos. As ações de integração devem ser analisadas, registradas e relatadas para que

quaisquer não-conformidades sejam detectadas, registradas e relatadas e recomendadas as ações corretivas de melhoria.

3.1.5 PROCESSO DE VERIFICAÇÃO

O processo de verificação está intimamente ligado a outros processos do ciclo de vida em que o processo de verificação é implementado. Um resultado importante do processo de verificação é a criação de procedimentos e processos do projeto que especificam as formas de avaliação de produtos e elementos. As atividades básicas de verificação são inspeção, análise, teste e certificação.

3.1.6 PROCESSO DE TRANSIÇÃO

A transição transfere o produto e seus elementos de suporte, como serviço de suporte, treinamento e armazenamento de operadores e usuários, de uma organização para outra. A conclusão bem-sucedida do processo de transição normalmente marca o início da fase de serviço do ciclo de vida do produto. Como resultado, o produto é instalado no ambiente operacional e os requisitos são atendidos, e todos os produtos e serviços de logística necessários para manter o produto disponível estão em vigor.

3.1.7 PROCESSO DE VALIDAÇÃO

O processo de validação garante que os requisitos das partes interessadas sejam atendidos e fornece o produto total, incluindo os serviços relacionados, a solução certa para o problema do cliente.

3.1.8 PROCESSO DE OPERAÇÃO

O processo de operação fornece o uso dos produtos, designando pessoal para operar o produto e monitorar o desempenho. Isso inclui logística operacional (engenharia, consumo de material, atividades de manutenção / manuseio de serviços etc.). A fase em serviço é responsável por grande parte do custo total do ciclo. Conseqüentemente, têm indicadores de desempenho e medições a serem monitoradas. Se os respectivos parâmetros estiverem fora dos níveis de aceitação, isso pode indicar a necessidade de ações corretivas. As restrições são relatadas com

o objetivo de influenciar o design e a especificação futuros de produtos ou elementos similares.

3.1.9 PROCESSO DE MANUTENÇÃO

O processo de manutenção sustenta a capacidade do produto. Ele é responsável pela disponibilidade do produto, é responsável por substituições de elementos do produto e suporte logístico, manutenção, pessoal e análise, treinamento e requisitos de funcionários. Desenvolve a estratégia de manutenção e o plano de manutenção preventiva para o produto total, planeja os locais de armazenamento e o estoque da taxa de substituições e a frequência de atualização. Relatar falhas e recomendações de ações, registrar restrições de manutenção para influenciar requisitos futuros de produtos e coletar dados de falhas e desempenho da vida útil, é uma tarefa contínua necessária para avaliar o desempenho do processo.

3.1.10 PROCESSO DE DESCARTE

O objetivo do processo de descarte é encerrar a existência de um produto. O processo representa o intervalo entre a retirada de um produto do serviço operacional e a desmontagem para peças e destruição potencial. A retirada de um produto do serviço operacional para sua desmontagem em peças e potencial destruição. A retirada de um produto do serviço operacional também afetará as funções de suporte de manutenção e operação fornecidas ao usuário final, de forma que elas possam ser reduzidas de forma controlada. o conceito de descarte deve ser revisado e atualizado, levando em consideração materiais perigosos com a intenção de definir a estratégia de descarte para desativar e desmontar o produto.

3.2 PESQUISA DE CAMPO

A Pesquisa de campo e caracterizada como uma investigação que, somadas as pesquisas bibliográficas e/ou documentais, se realiza coleta de dados junto a pessoas, ou grupo de pessoas com o recurso de diferentes tipos de pesquisas. Neste sentido, a pesquisa de campo, assim como a bibliografia, pode ser somada a outros procedimentos.

Visando uma pesquisa mais completa, adquirindo dados importantes para o desenvolvimento do trabalho, foi aplicado a pesquisa de campo analisando as situações cotidianas do cenário em estudo.

3.3 CALCULOS

3.3.1 CONFIABILIDADE

A Confiabilidade de um sistema corresponde a probabilidade do sistema em funcionar normalmente, dentro das funções exigidas, dentro de um determinado intervalo de tempo. Por exemplo, quando diz que a confiabilidade de um sistema para 1000 horas de operação é de 70%, significa que existe a probabilidade de 70% de o sistema não falhar durante as 1000 horas de operação.

Matematicamente, a confiabilidade é calculada em função de um parâmetro estatístico denominada taxa de falha, denotado por λ , que corresponde ao número de falhas de um equipamento em um dado intervalo de tempo, expressa em unidade falha/h. A confiabilidade de um sistema ou equipamento é determinada para um período esperado de utilização t do sistema, medido em horas (h). A taxa de falha depende de inúmeros fatores, como por exemplo, condições de uso do sistema. Dessa forma, sistemas semelhantes, em condições de uso diferentes, terão taxa de falhas diferentes. Os métodos matemáticos comumente empregados para cálculo da confiabilidade de um sistema são baseados no método exponencial, da distribuição normal, de *Poisson*, de *Weibull*, entre outros.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$C = e^{-\lambda t} = e^{-\left(\frac{1}{MTBF}\right)t}$$

3.3.2 MANUTENIBILIDADE

A Manutenibilidade de sistemas corresponde ao percentual de reparo de uma falha realizado no sistema, dentro de um período pré-estabelecido. Por exemplo, quando diz que a manutenibilidade de um sistema para um reparo de 10 horas de duração é de 70%, significa que a falha será reparada em 70% da sua totalidade nessas 10 horas. Matematicamente, a manutenibilidade é calculada em função de um

parâmetro estatístico denominada taxa de reparo, denotado por μ , que corresponde ao número de reparos realizados em um dado período de tempo, expressa em unidade reparo/h. A manutenibilidade de um sistema é determinada para um tempo esperado de reparo T do sistema, medido em horas (h).

$$MTTR = \frac{1}{\mu}$$

$$M = 1 - e^{-\mu T} = 1 - e^{-\frac{1}{MTTR} T}$$

3.3.3 DISPONIBILIDADE

A Disponibilidade é o grau de funcionalidade que um sistema apresenta quando se requer a sua utilização. A disponibilidade pode ser interpretada como a probabilidade de o sistema estar em condições de desempenhar a sua função exigida em certas circunstâncias, em um determinado momento. A disponibilidade depende da confiabilidade do sistema, medida através do tempo médio entre falhas MTBF e do tempo necessário para recuperação do sistema após a ocorrência da falha, medido através do tempo médio para reparo MTTR.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

3.4 AQUISIÇÃO DE DADOS

A Aquisição de dados para o desenvolvimento dos cálculos de engenharia, foram feitos através das pesquisas de campo efetuadas, obtendo alguns dados tirados dos manuais das aeronaves e outros através das observações dos procedimentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PESQUISA DE CAMPO 1 (AEROPORTO DE TEIXEIRA DE FREITAS – BA)

Foi feita uma pesquisa de campo no aeroporto 9 de maio (SNTF), localizado na cidade de Teixeira de Freitas no sul da Bahia. A pesquisa consistiu em um acompanhamento nas operações comerciais feitas no aeroporto através da Azul Linhas aéreas onde chegou a operar 11 Voos semanais durante o verão de 2018/2019 para as cidade de Belo Horizonte – MG, Salvador – BA e Vitoria – ES, com um modelo de aeronave único, ATR72-600, considerado um avião para operações regionais com capacidade máxima de 70 passageiros na configuração da Azul. A duração da pesquisa foi de 5 dias diretos, acompanhando junto com o técnico da empresa fixo na base de Teixeira, observando os procedimentos técnicos efetuados na chegada da aeronave no pátio de embarque e desembarque, analisando as condições da aeronave após o pouso e os procedimentos antes da decolagem. Foram analisados também, procedimentos rápidos de manutenção efetuados no pátio, e os processos logísticos necessário para a base de Teixeira de Freitas que e considerada uma base pequena de operação com estrutura básica.

4.2 PESQUISA DE CAMPO 2 (AEROPORTO DE PORTO ALEGRE – RS)

Assim como a primeira pesquisa de campo, também foi efetuada uma outra pesquisa no aeroporto Salgado Filho (SBPA), localizado na cidade de Porto Alegre no Rio grande do Sul. O Aeroporto Salgado Filho e considerado um aeroporto de Médio porte de operações da Azul, chegando a 54 voos diárias e operando até 3 modelos diferentes de aeronaves da empresa sendo eles o ATR72-600 para 70 passageiros, e convertido pela madrugada para operações de transporte de carga, o EMBRAER E1-190/195 que comporta entre 106 a 118 passageiros, e o AIRBUS A320NEO configurado para 174 passageiros. A Azul tem operações a partir de Porto Alegre para mais de 10 destinos diretos. O acompanhamento técnico foi dividido em 2 etapas de operações. A primeira etapa feita durante o horário das 12:00 A.M até as 8:00 P.M e a segunda efetuada durante um pernoite no horário das 10:00 P.M até as 10:00 A.M do dia seguinte. O acompanhamento foi feito junto com a supervisão dos técnicos de plantão, sendo observado os procedimentos operados nesse período como, troca de pneus, conversão de aeronave de passageiro para cargueiro, manutenção de motores

e sistemas pneumáticos e hidráulicos das aeronaves, assim como as solicitações de peças e equipamentos para a efetuação das manutenções, gerando toda uma operação de logística entre a Base maior localizada em Campinas – SP no aeroporto de Viracopos(Base principal da Azul Linhas Aéreas), e a base de Porto Alegre – RS.

4.3 PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE PROJETO

Na análise de engenharia, foram estudados e aplicados em cima dos casos das pesquisas de campo efetuadas, os cálculos para definir as taxas de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade. Foram analisados os seguintes equipamentos: Pneu do ATR72-600 e o AIRBUS A320NEO, bomba de combustível do EMBRAER E1-190/195 e o APU(“Auxiliary Power Unit” ou “Unidade Auxiliar de Energia”) também dos EMBRAER’S E1-190/195. Apenas os pneus estão em estoque nos 2 Aeroportos de estudo. Os outros 2 equipamentos precisam ser solicitados da base de campinas para serem transportados até o Aeroporto onde será feita a manutenção, sendo que a APU pode ainda ser solicitado para a fabricante caso exista alguma manutenção ou troca não programada.

Os resultados dos cálculos aplicados mostraram a porcentagem de confiabilidade, manutenibilidade, disponibilidade, Probabilidade de Falha e Custo, em dólar, do ciclo de vida(Dólar por Ciclo), como mostra a tabela a seguir:

Tabela 1 - Resultados de Cálculos de Engenharia de Manutenção

	M	C	D	PF	Ciclos de Vida	CCV
Pneu do A320NEO	100,00%	94,41%	99,99%	5,59%	650	\$ 7,70
Pneu do ATR72	22,12%	94,26%	99,92%	5,74%	600	\$ 5,00
Bomba de Comb. 190/195	45,12%	84,31%	99,97%	15,69%	5000	\$ 12,00
APU 190/195	39,35%	92,53%	99,99%	7,47%	15000	\$ 600,00

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4 PROCESSO DE ANÁLISE DE SITUAÇÃO

Como foi analisado na pesquisa de campo, por conta da falta de logística integrada na manutenção, aeronaves que eram submetidas a manutenções não programadas precisavam ficar mais tempo no pátio do aeroporto para ser completado a manutenção necessária para a continuação da operação de voo. Atrasos e cancelamentos são comuns nessas situações gerando gastos não programados para

a companhia como, remarcação de voos, remanejamento de passageiros e taxas aeroportuárias que tem que ser pagas para a concessionária do aeroporto.

Na primeira pesquisa de campo no Aeroporto de Teixeira de Freitas, existiu uma situação de troca de pneu do ATR72-600, sendo que após a troca o pneu defeituoso e levado para a base de confins para os devidos procedimentos de manutenção. Caso exista a situação da necessidade de uma segunda troca, seria necessário o sistema de logística, via área, trazer outro pneu para a base gerando mais gastos pois não tinha local de estocagem de pneus na pequena base de Teixeira de Freitas.

Na segunda pesquisa de campo no Aeroporto de Porto Alegre, existiu 2 situações onde geraram atrasos e cancelamentos. A primeira foi um problema encontrado na bomba de combustível do Embraer E1-195 onde precisou efetuar a troca do mesmo porem a bomba secundaria não se encontrava em estoque no Aeroporto sendo preciso ser efetuado a solicitação do serviço de logística onde uma aeronave Pilatus PC-12 foi deslocada para a base de Porto Alegre procedente de Campinas para trazer o equipamento da troca. O Voo seria para Florianópolis, tendo a necessidade de realocar passageiros em outros voos, pois foi feita a troca da aeronave E1-195 que comporta 118 passageiros, para um ATR72-600 para 70 passageiros que estava disponível para o voo. Os passageiros restantes foram realocados em outros voos com conexões nos aeroportos de São Paulo.

Na segunda situação, mais crítica que a primeira, uma aeronave Embraer E1-195 apresentou problemas no APU e precisou ficar em solo por 2 dias, pois o APU e um equipamento alugado por outra companhia e que faz parte dos conjuntos dos motores, e a solicitação precisou ser feita para a empresa de Leasing dos motores e posteriormente para a fabricante do APU, gerando além de atrasos, cancelamentos.

A seguir contém uma tabela de taxas de cancelamentos e remarcações baseada na primeira situação no Aeroporto de Porto Alegre.

Tabela 2 - Tabela de Valores

Taxa Atraso P/M	Multa PAX	Tempo[MIN]	TOTAL [DIA]	TOTAL[MÉS]
R\$ 1,92	R\$ 0,41	120	R\$ 24.465,86	R\$ 733.975,80

Fonte: Elaborado pelo Autor com base de informação da ANAC(Agência Nacional de Aviação Civil)

Os preços da Tabela estão baseados em uma Taxa de Atraso por Minuto, Multa por passageiro(PAX), o tempo extra em que a aeronave ficou em solo, o total do dia e um total por mês baseando-se que essa situação aconteça uma vez por dia em toda a frota.

4.5 APLICAÇÃO DO PROCESSO

Após as análises da Engenharia sobre os dados produzidos, como detecção e isolamento de falhas, operação e manutenção do produto, Saúde e segurança e fatores humanos, foram aplicados procedimentos logísticos junto aos equipamentos que necessitam ser alocados para as determinadas bases e suas manutenções específicas. Através dos resultados obtidos com o cálculo de disponibilidade, foram gerados dados de quando a peça pode estar disponível em cada hangar(ou base) da companhia aérea, sem a precisão de uso de logística caso seja necessário

Foi aplicado o processo de distribuição nos domínios composto por Manufatura e segurança, agregando a cadeia de fornecimento, gerenciamento de programa, Engenharia, proteção, configuração de programa, qualidade e Integração do suporte de logística. Seguindo para os processos da especificação do S1000D temos o mapeamento de interfaces de processos de negócios com domínios específicos como o processo técnico de publicações de PIC(Partes ilustradas de catalogação), Produção dos marcos de publicações técnicas, Produção das publicações técnicas de acordo com os dados de engenharia, Produção das publicações técnicas de acordo com os requisitos de segurança, Atualização das publicações técnicas de acordo com os dados de configuração, Validação das publicações técnicas de acordo com os padrões de qualidade e produção dos planos de publicações técnicas.

4.6 DISPONIBILIDADE DAS PEÇAS

A disponibilidade de cada peça em cada base foi analisada e determinada em que momento deveria estar disponível para a manutenção baseando-se nas analogias da engenharia para que o tempo disponível para a manutenção seja o suficiente para efetuar a troca da peça sem gerar nenhum atraso ou cancelamento de voo.

Na primeira pesquisa de campo foi analisado como resultado que a aplicação do sistema geraria na agilidade dos voos subsequentes do dia, gerando uma

economia da não necessidade da aeronave Pilatus PC-12 se deslocar para a base de Teixeira de Freitas.

Na segunda pesquisa de campo, analisando a primeira situação, da bomba de combustível, a integração de logística disponibilizaria uma peça para a manutenção necessária, sendo possível efetuar a troca no tempo disponível sem gerar atraso nos voos subsequentes e não sendo necessário o deslocamento da Aeronave Pilatus PC-12 para a base de Porto Alegre. Já na segunda situação, seria uma disponibilidade da peça na base principal da empresa, em Campinas, não sendo necessário uma solicitação para a fabricante gerando menos prejuízos pela consequência da aeronave se encontrar em solo e não operante fazendo necessário uma realocação da malha para que os voos programados não sejam alterados ou cancelados gerando prejuízos.

4.7 NÚMEROS FINAIS

Após a aplicação do sistema ILS e suas especificações gerando um remanejamento de peças nas bases, obteve resultados positivos financeiros para a companhia assim como resultados positivos nas operações diminuindo as taxas de cancelamentos e atrasos. Baseando na frota da Azul Linhas Aéreas que até a data de 21 de Outubro de 2019 obtinha e sua frota 138 Aeronaves operando 860 Voos diários, a economia mensal de gastos com problemas logísticos e de manutenção seria de R\$733.975,80 e diminuindo a taxa de atrasos e cancelamentos em 1,38% por mês se os casos estudados no trabalho ocorresse com apenas 1 aeronave do total da frota.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho esclareceu e exemplificou como a aplicação de um sistema de logístico integrado como o ILS SX000i, pode trazer economias nos procedimentos de manutenção de uma companhia aérea, além do desafio de incorporar um novo sistema dentro da empresa elaborando um projeto com aplicações reais. Todo este processo exigiu bastante estudo, o que proporcionou grande aprendizado.

Por meio dos estudo através das pesquisas de campo foi possível verificar a importância de se organizar as etapas antes de iniciar a elaboração das divisões de peças e cada base das companhias, evitando falhas e desorganizações que podem levar a uma demora na conclusão da aplicação e gerar um conflito interno no sistema de logística de manutenção das companhias podendo gerar prejuízos maiores caso esses conflitos não sejam identificados a tempo.

Outro fator interessante do trabalho foi a integração das aéreas para a elaboração dos processos logísticos juntando vários pontos de execuções para a criação do quadro de divisões de etapas dentro dos dados disponibilizados pela engenharia para observar as taxas de disponibilidade e manutenibilidade de cada peça e equipamento estudado e assim criando uma cadeia de execuções colaborativas entre si para que o sistema funcionasse com 100% de aproveitamento.

O sistema de logística desenvolvido ao final do trabalho, mostra que as etapas elaboradas foram eficazes e que todo o estudo atingiu o seu objetivo.

REFERÊNCIAS

FLEURY, PAULO. Conceito de Logística Integrada e *Supply Chain Management*. São Paulo: Atlas S.A 2012.

NAZÁRO, PAULO. Administração do Transporte. São Paulo: Atlas S.A 2012.

VIANA, JOÃO. Administração de Materiais. São Paulo: Atlas S.A 2012.

YOUNG, S; WELLS, A. Aeroportos: Planejamento e Gestão. Porto Alegre: Bookman, 2014

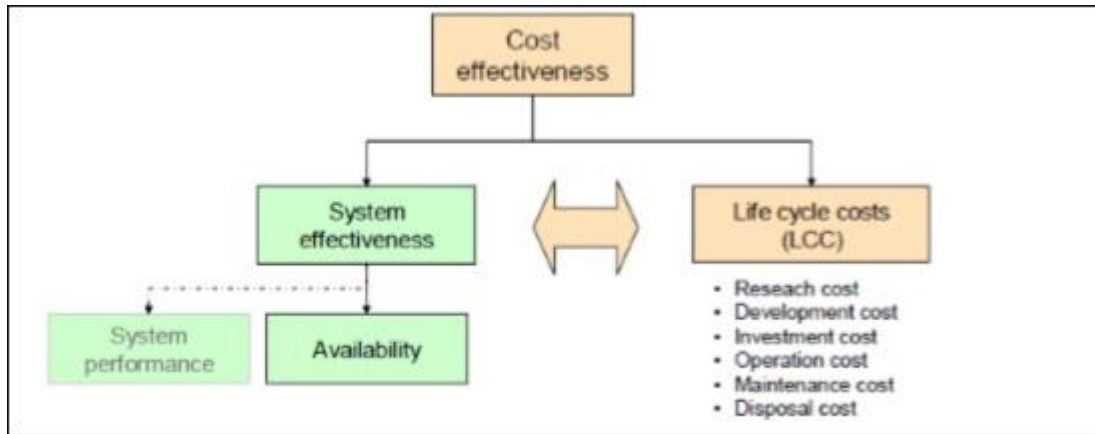
AZUL LINHAS AEREAS. VoeAzul, 2019. Sobre a Azul. Disponível em: <<https://www.voeazul.com.br/conheca-a-azul/sobre-azul>> Acesso em: 1 de Ago. de 2019.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil, 2019. Relatório de tarifas domésticas. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/empresas/envio-de-informacoes/relatorio-de-tarifas-aereas-domesticas>> Acesso em: 1 de Ago. de 2019.

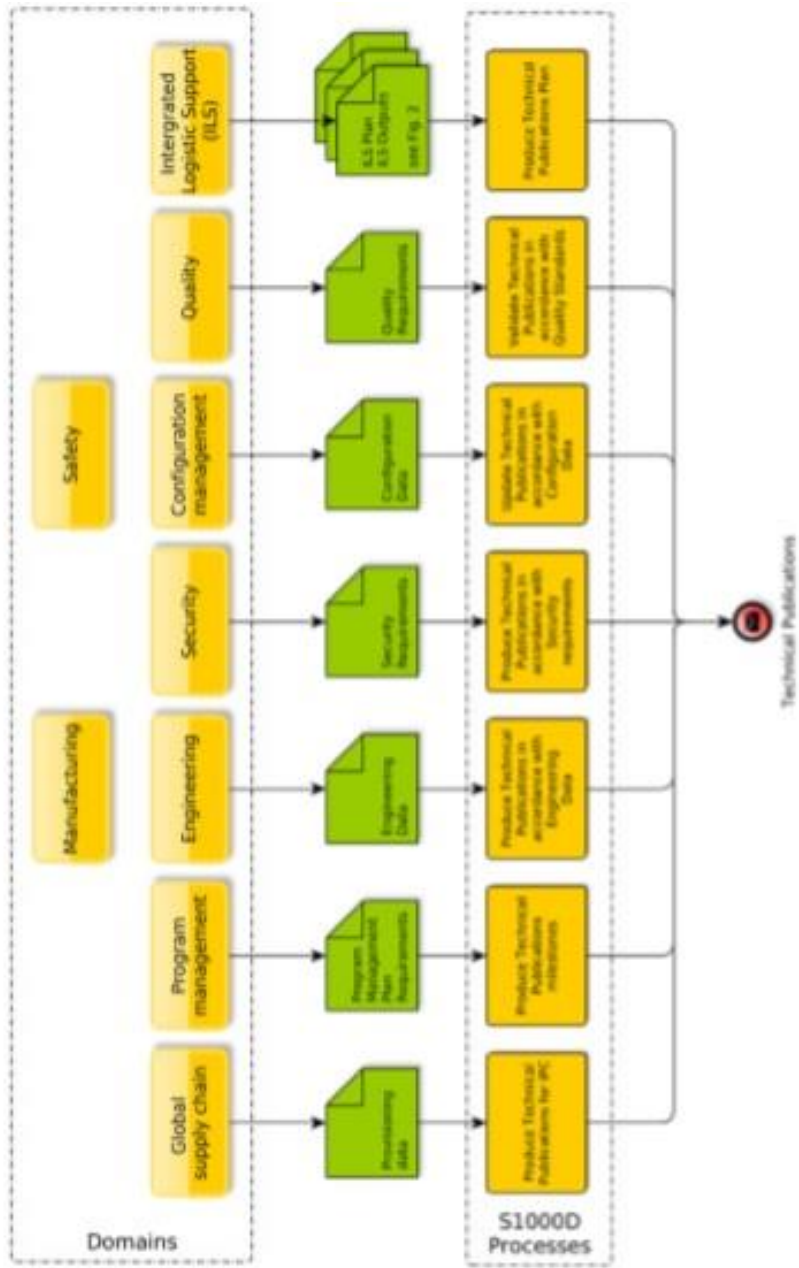
MEU SUCESSO. Meusecesso.com, 2019. O que é Logística Integrada? Disponível em: <<https://meusuccesso.com/artigos/logistica/o-que-e-logistica-integrada-320/>> Acesso em: 17 de Set. 2019.

BELGICA. *AeroSpace and Defense Industries Association of Europe*. ASD. International Guide for use of the S-Series Integrated Logistic Support (ILS) specifications. Brussels, 2016.

APÊNDICES
APÊNDICE 1

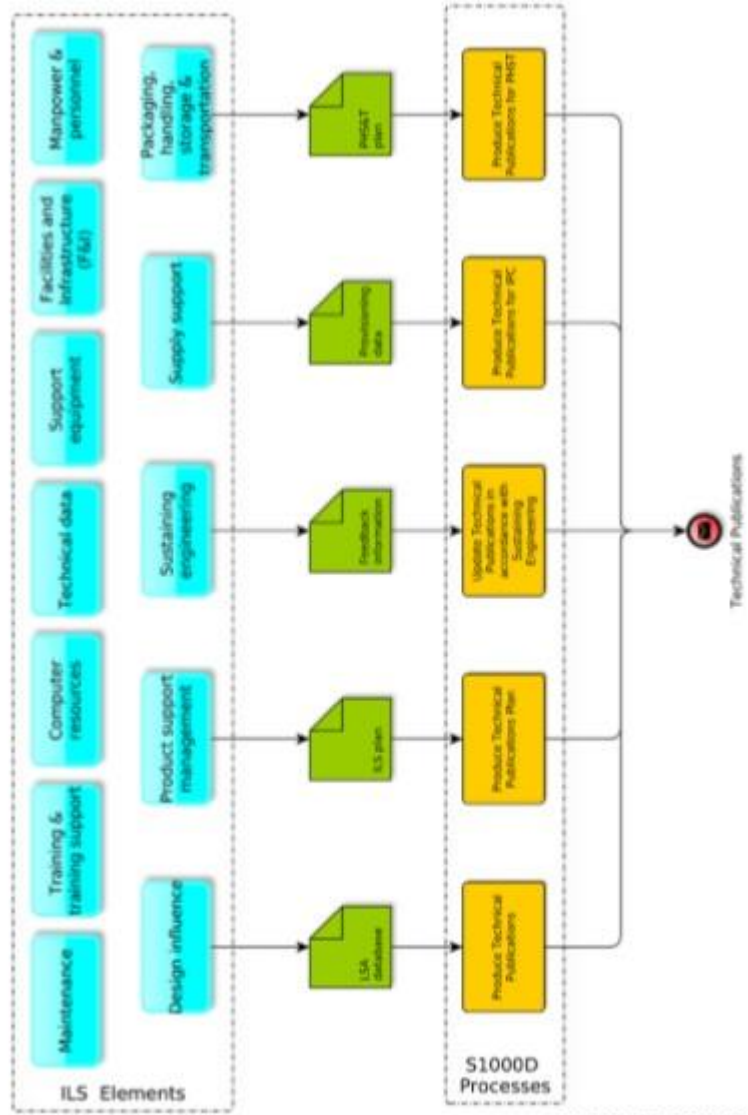


APÊNDICE 2



ICN-B8865-SX000I30001-001-01

APÊNDICE 3



ICN-66865-SX000130002-001-01