



Índice de Elementos do IPS na Suportabilidade de uma Frota de Aeronaves

Lucas Sales Martins – Cap Eng Mec (ITA)

Dr. Fernando T. M. Abrahão – Cel Av R1 (ITA)



Apresentação Pessoal



❖ Oficial-Aluno do Programa de Pós-Graduação em Aplicações Operacionais (PPGAO)

- **Curso:** Pós-Graduação Stricto Sensu
- **Nível:** Mestrado Acadêmico
- **Programa de Pós-Graduação ITA-CAPES:** Ciências e Tecnologias Espaciais (PG-CTE)
- **Área de Concentração:** Gestão Tecnológica (CTE-G)
- **Linha de Pesquisa:** Análise Operacional e Engenharia Logística



Jun/2013 – Jan/2021



Jan/2021 – Fev/2023





Roteiro



- **Introdução**
- **Revisão da Literatura**
- **Metodologia**
- **Estudo de Caso**
- **Resultados**
- **Discussão**
- **Considerações Finais**



Roteiro



- **Introdução**
- Revisão da Literatura
- Metodologia
- Estudo de Caso
- Resultados
- Discussão
- Considerações Finais



Introdução



➤ Contexto

Tema: “Suportabilidade de Sistemas Aeroespaciais”

Suportabilidade: Grau em que um sistema pode ser efetivamente suportado, tanto em termos das características de projeto dos principais componentes relacionados à sua missão, quanto em termos dos aspectos da infraestrutura geral de manutenção e suporte, como suprimento, equipamentos de teste, instalações, pessoal etc. (BLANCHARD, 2003).

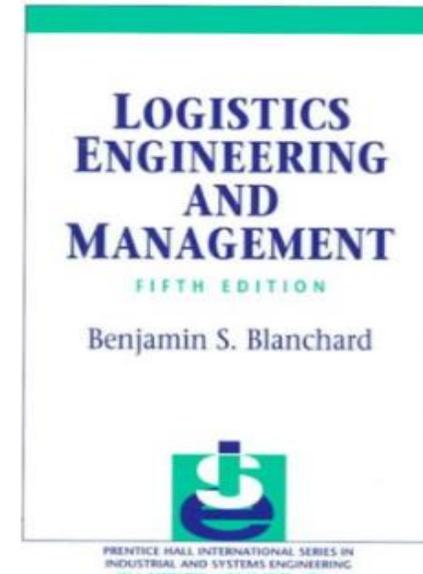


Fig. 1. Logistics Engineering and Management (BLANCHARD, 2003).



Introdução



➤ Contexto

- ❖ A literatura caracteriza **sistemas complexos** como aqueles que envolvem tecnologia avançada, custo elevado, arquitetura customizada, integração de componentes e subsistemas e grande ênfase na fase de desenvolvimento (HOBDA, 1998).
- ❖ Na área de defesa, particularmente, outras duas características destacam-se em sistemas complexos: a dependência de estrutura robusta de suporte e a longevidade em serviço (PRZMIENIECKI, 1993).



Fig. 2. Embraer KC-390 Millennium.
Fonte: <https://www.fab.mil.br>



Fig. 3. Saab F-39E Gripen.
Fonte: Saab / Divulgação



Introdução



➤ Motivação

- ❖ A literatura de Engenharia Logística dispõe de alguns métodos clássicos (BLANCHARD, 2003) :
 - *Life-Cycle Cost Analysis (LCCA)*;
 - *Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA)*;
 - *Fault-Tree Analysis (FTA)*;
 - *Maintenance Task Analysis (MTA)*;
 - *Reliability-Centered Maintenance (RCM)*;
 - *Level of Repair Analysis (LORA)*.

- ❖ No entanto, apesar de validadas e consagradas em suas finalidades, essas técnicas de análise não quantificam nem comparam entre si os impactos dos diversos fatores logísticos na suportabilidade do sistema.
- ✓ Portanto, essa lacuna observada motivou a realização do presente trabalho.



Introdução



➤ Problema de Pesquisa



Carência de um método para avaliar os impactos de fatores logísticos na suportabilidade desses sistemas durante a vida em serviço.

Assim, o problema desta pesquisa pode ser resumido pela seguinte pergunta: “durante a vida em serviço, como realizar a avaliação dos impactos de fatores logísticos na suportabilidade de aeronaves de defesa”?





Introdução



➤ Objetivo do Trabalho

Elaborar e verificar um método para avaliação prognóstica dos impactos de fatores logísticos na suportabilidade de aeronaves de defesa, de modo a ordená-los em um *ranking* indicativo daqueles que devem ser priorizados na alocação de recursos financeiros.





Roteiro



- Introdução
- **Revisão da Literatura**
- Metodologia
- Estudo de Caso
- Resultados
- Discussão
- Considerações Finais



Revisão da Literatura



- Métricas Fundamentais da Suportabilidade
- Fatores Logísticos *Versus* Elementos do IPS
- Método de Cálculo Prospectivo de Custos do Ciclo de Vida
- Método de Avaliação da Estratégia de Suporte Baseada em Valor



Revisão da Literatura



➤ Métricas Fundamentais da Suportabilidade

- ✓ De modo análogo à representação pioneira de Blanchard (2014), que considera **efetividade do sistema versus custo do ciclo de vida**, para esta pesquisa as métricas fundamentais da suportabilidade são **Disponibilidade e Custo de Suporte**.

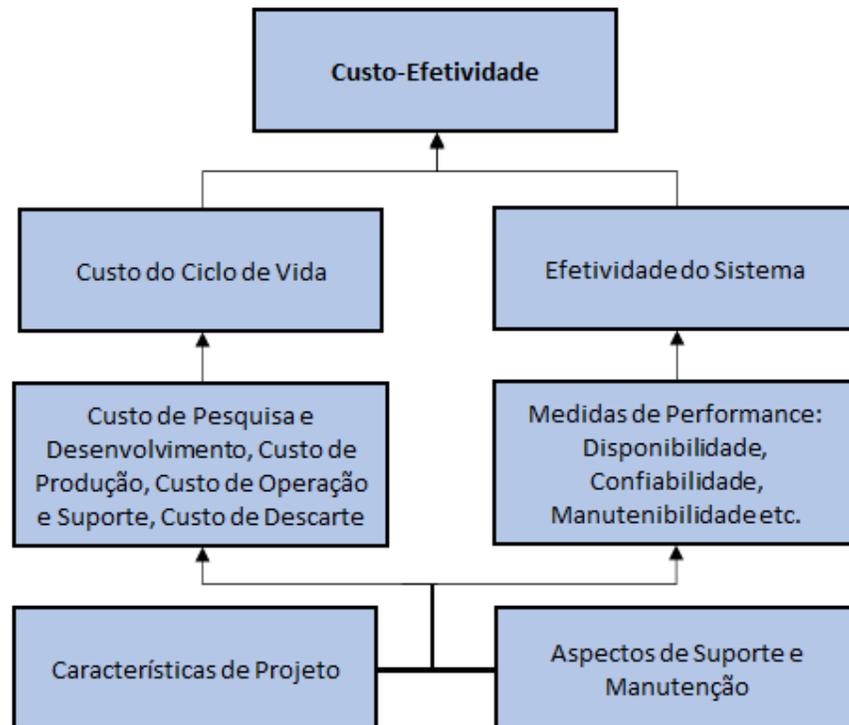


Fig. 4. Ingredientes Básicos da Custo-Efetividade (adaptado de BLANCHARD, 2014).

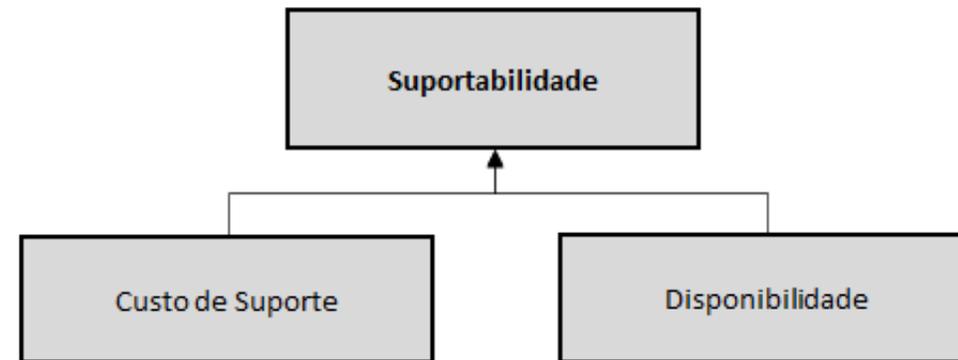


Fig. 5. Métricas Fundamentais da Suportabilidade.



Revisão da Literatura



➤ Métricas Fundamentais da Suportabilidade

❖ Disponibilidade Operacional

Para um componente, a disponibilidade operacional é representada da seguinte forma (BLANCHARD, 2014):

$$A_O = \frac{MTBM}{MTBM+MDT} \quad (1)$$

sendo:

$$MDT = \bar{M} + LDT + ADT \quad (2)$$

onde:

- MTBM é o *Mean Time Between Maintenance* (Tempo Médio entre Manutenções, corretivas ou preventivas);
- MDT é o *Mean Downtime* (Tempo Médio de Inatividade);
- \bar{M} é o *Mean Active Maintenance Time* (Tempo Médio de Manutenção Ativa);
- LDT é o *Logistic Delay Time* (Tempo de Atraso Logístico), relacionado à disponibilidade de peças; e
- ADT é o *Administrative Delay Time* (Tempo de Atraso Administrativo), relacionado à disponibilidade de pessoas e de autorizações corporativas.



Revisão da Literatura



➤ Métricas Fundamentais da Suportabilidade

❖ Disponibilidade Operacional

Para um sistema (por exemplo, aeronave), a Disponibilidade operacional é igual ao produto das disponibilidades de cada componente independente instalado, e no nível geral da frota o cálculo é a média das disponibilidades de todos os sistemas (SAE, 1992), conforme (4) e (5), respectivamente:

$$A_{O_n} = \prod_i A_{O_{n_i}} \quad (3)$$

$$A_{O_{fleet}} = \frac{\sum_{n=1}^N A_{O_n}}{\sum_{n=1}^N N_n} \quad (4)$$



Revisão da Literatura



➤ Métricas Fundamentais da Suportabilidade

❖ Custo de Suporte

Desconsiderando-se os custos operacionais da categoria O&S, como por exemplo aqueles referentes à tripulação, combustível e munição, e concentrando-se apenas nos que são essencialmente relacionadas ao suporte logístico, o custo de suporte apresenta os seguintes componentes principais (BLANCHARD, 2014), em geral calculados ou estimados anualmente pelos operadores:

- (a) Custo de pessoal técnico de manutenção e de apoio administrativo;
- (b) Custo de aquisição, armazenamento e inventário de componentes;
- (c) Custo de ferramentas, equipamentos de suporte e de teste;
- (d) Custo de transporte, manuseio e distribuição de materiais;
- (e) Custo de treinamento de manutenção;
- (f) Custo de instalações e infraestrutura de manutenção; e
- (g) Custo de dados técnicos.



Revisão da Literatura

➤ Fatores Logísticos Versus Elementos do IPS

- ❑ De acordo com abordagem fornecida por Blanchard (2014), alguns fatores logísticos podem influenciar a suportabilidade.
- ❑ Esses fatores logísticos podem ser relacionados aos elementos do IPS, conforme tabela ao lado, inspirada na abordagem do Guia SX000i, Especificação Internacional para Suporte Integrado do Produto (ASD/AIA, 2021).
- ❑ Destaca-se a relevância daqueles fatores vinculados aos aspectos de Confiabilidade, Manutenibilidade e Estoque.



TABELA I. FATORES LOGÍSTICOS *VERSUS* ELEMENTOS DO IPS.

Elementos IPS	Fatores Logísticos				
	Taxa de Falha	Tempo entre Manut. Prevent.	Tempo Efetivo de Manut.	Tempo de Transp. de Itens	Tamanho do Estoque de Giro
Manutenção		X	X		
Suprimento				X	X
Operações Logísticas (PHS&T)				X	X
Gestão de Suporte ao Produto	X	X	X	X	X
Dados Técnicos	X	X	X		
Suporte Cont. de Engenharia	X	X	X	X	X
Recursos Computacionais			X	X	X
Influência do <i>Design</i>	X	X	X		
Equipamentos de Suporte			X		
Instalações e Infraestrutura			X		X
Pessoal e Mão de Obra			X		X
Treinamento			X		X



Revisão da Literatura

➤ Método de Cálculo Prospectivo dos Custos do Ciclo de Vida

- ❑ Proposto por Figueiredo-Pinto e Abrahão (2018).
- ❑ Seu objetivo é a compilação dos custos básicos relacionados ao suporte logístico a um sistema complexo.
- ❑ Deriva da técnica de estimativa de custos de engenharia de projetos

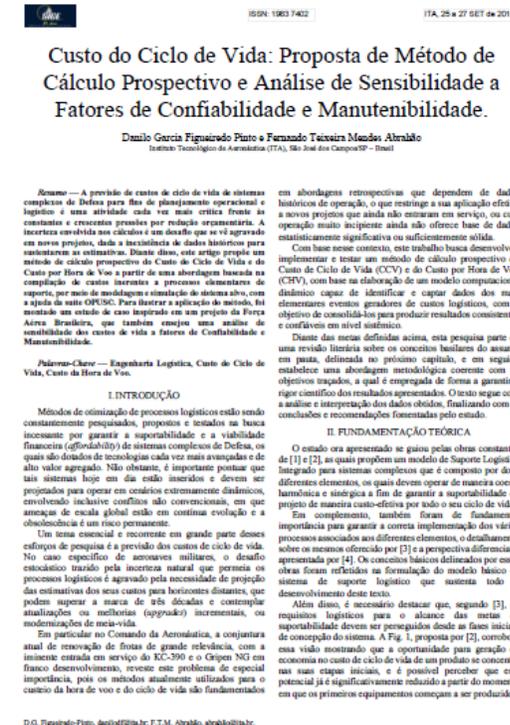


Fig. 6. Custo do Ciclo de Vida: Proposta de Método de Cálculo Prospectivo e Análise de Sensibilidade a Fatores de Confiabilidade e Manutenibilidade (FIGUEIREDO-PINTO; ABRAHÃO, 2018).



Revisão da Literatura

➤ Método de Cálculo Prospectivo dos Custos do Ciclo de Vida

- ❑ Este método tem início com a modelagem do cenário de suporte logístico no OPUS10©. Essa modelagem matemática é estática e determinística.
- ❑ O *software* OPUS10© segue um algoritmo baseado na técnica de multi-escalon para controle de itens reparáveis, do inglês *Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control* (METRIC), explanada por Sherbrooke (2004).
- ❑ O resultado oferecido por este primeiro programa é uma curva de máxima efetividade de custo em que todos os pontos representam soluções ótimas de composição de estoques para cada nível de orçamento.

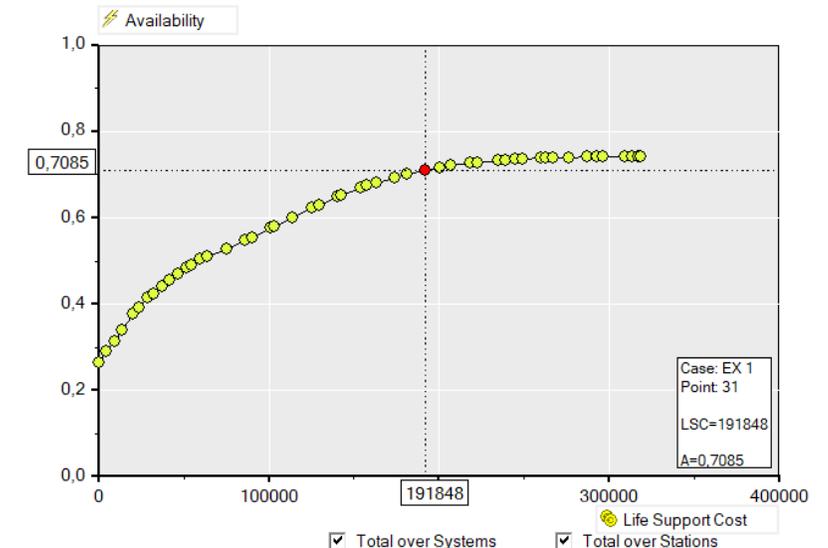
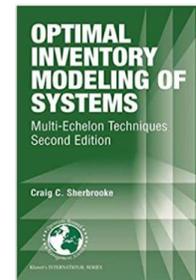


Fig. 7. Curva de máxima efetividade de custo gerada pelo OPUS10.



Revisão da Literatura

➤ Método de Cálculo Prospectivo dos Custos do Ciclo de Vida

❑ Na sequência, o modelo é submetido à simulação no programa SIMLOX©, que traz dinamismo à análise através da inserção de variáveis dependentes do tempo, como perfis operacionais por exemplo.

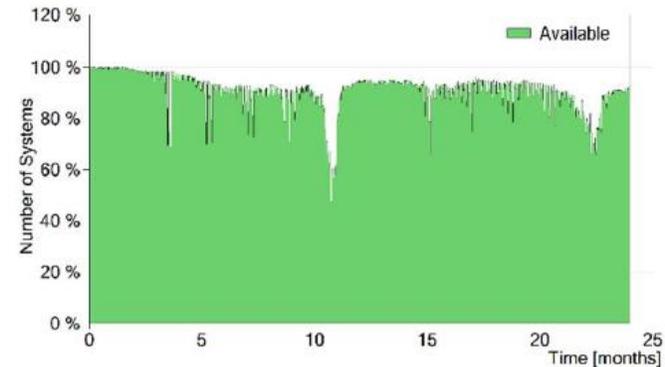


Fig. 8. Variação da Disponibilidade em Função do Tempo (FIGUEIREDO-PINTO; ABRAHÃO, 2018).

❑ Por fim, o modelo construído e os resultados obtidos são carregados em um terceiro programa da suíte chamado CATLOC©, responsável pelo cálculo dos custos.

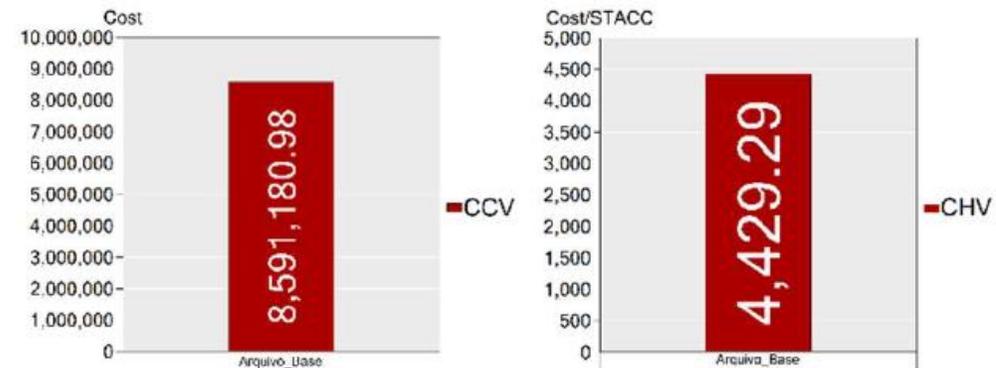


Fig. 9. Custo do Ciclo de Vida (CCV) e Custo por Hora de Voo (CHV) (FIGUEIREDO-PINTO; ABRAHÃO, 2018).



Revisão da Literatura



➤ Método de Avaliação da Suportabilidade Baseado em Valor

- ❑ Desenvolvido por Cruyt, Ghobbar e Curran (2014).
- ❑ Utiliza um modelo matemático que leva em consideração as variações das métricas de disponibilidade operacional e custos de suporte, associadas a seus respectivos coeficientes de peso, quando supõe a mudança de um cenário inicial (*baseline*) para algum novo cenário (alternativa), no intuito de obter um valor diferencial ΔV .

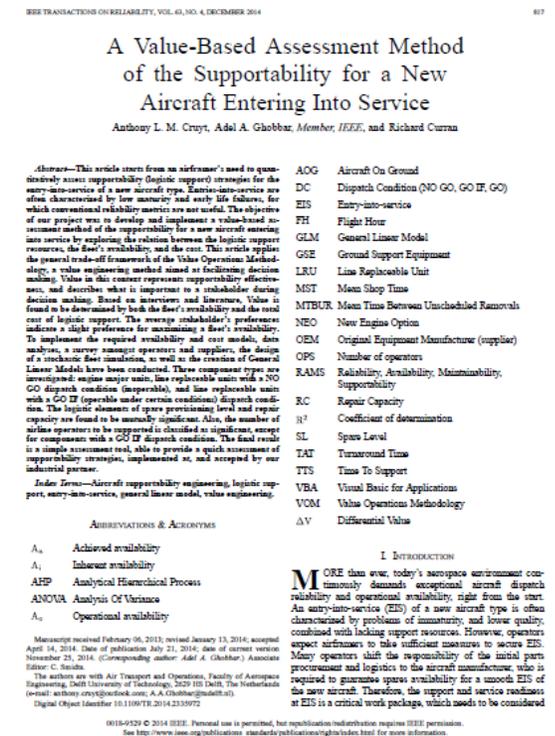


Fig. 10. A Value-Based Assessment Method of the Supportability for a New Aircraft Entering Into Service (CRUYT; GHOBBAR; CURRAN, 2014).



Revisão da Literatura

➤ Método de Avaliação da Suportabilidade Baseado em Valor

$$\Delta V = \alpha_A \delta A + \alpha_C \delta C \quad (5)$$

sendo:

$$\delta A = \frac{A_1}{A_0} \quad (6)$$

e

$$\delta C = \frac{C_0}{C_1} \quad (7)$$

onde,

- α_A e α_C são os coeficientes de peso correspondentes à disponibilidade e custo de suporte, respectivamente;
- δA e δC são as razões de disponibilidade e custo de suporte, respectivamente, quando há mudança do estado inicial (0) para um novo estado alternativo (1);
- $\Delta V > 1$ significa que a alternativa possui maior valor que a *baseline*, enquanto $\Delta V < 1$ corresponde a menor valor;



Revisão da Literatura

➤ Hipótese

Com base na revisão da literatura, formulou-se a seguinte hipótese de solução para o problema de pesquisa:



É possível avaliar os impactos de fatores logísticos na suportabilidade de aeronaves de defesa mediante uma combinação do Método de Cálculo Prospectivo de Custos do Ciclo de Vida com o Método de Avaliação da Suportabilidade Baseado em Valor.



Roteiro



- Introdução
- Revisão da Literatura
- **Metodologia**
- Estudo de Caso
- Resultados
- Discussão
- Considerações Finais



Metodologia

➤ Procedimentos do método proposto na sequência lógica de execução.

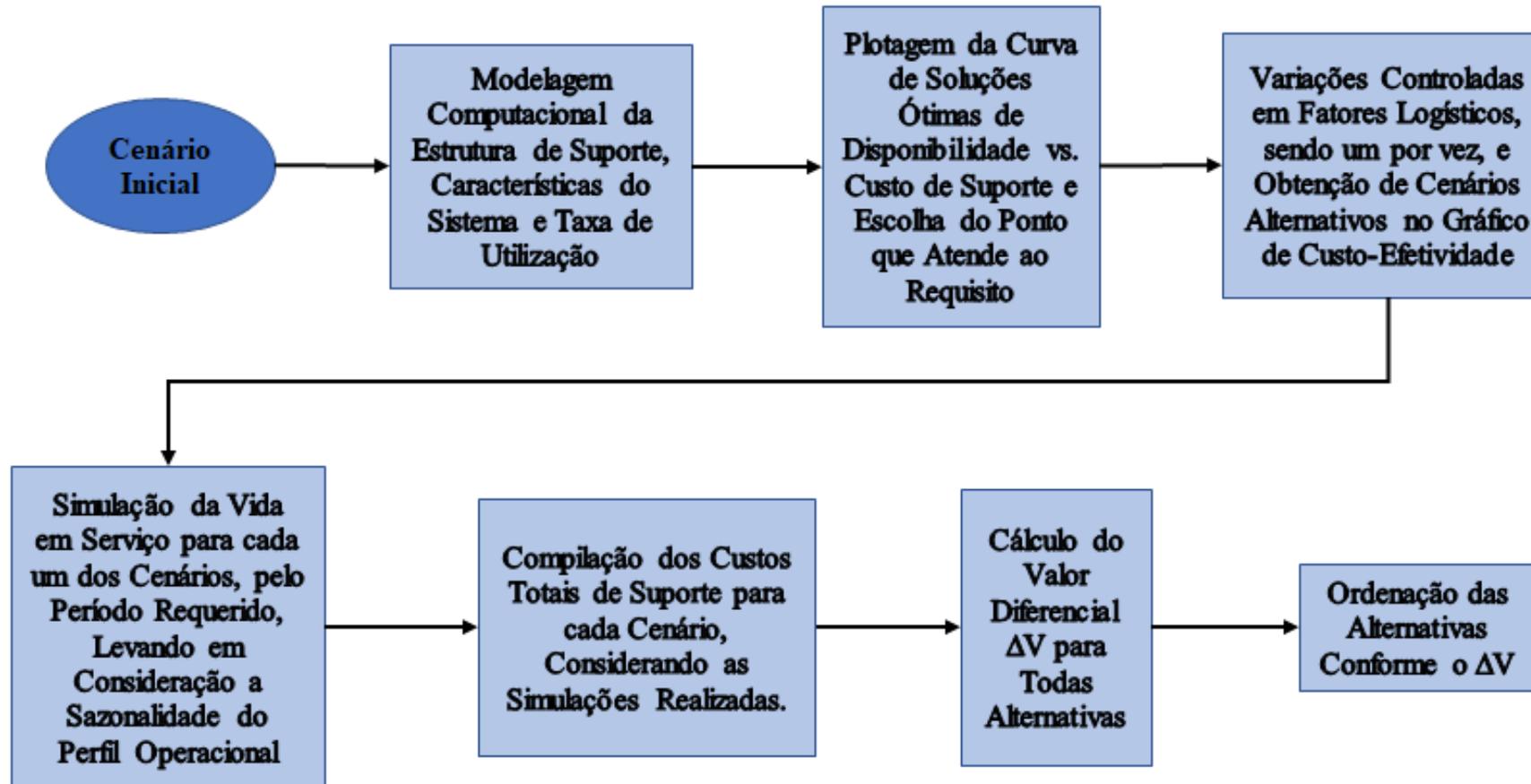


Fig. 11. Esquema das Etapas do Método Proposto.



Metodologia

➤ Recursos Computacionais

Pacote de *software* denominado Opus Suite RDM, versão 2022.1, revisada de 02 de junho de 2022, composto pelos programas OPUS10© (Otimização), SIMLOX© (Simulação) e CATLOC© (Cálculo de Custos), da empresa sueca Systecon Group.

- ✓ Ferramentas de otimização sistêmica de sobressalentes e análise de decisão para suporte logístico.

OPUS10



SIMLOX



CATLOC





Roteiro



- Introdução
- Revisão da Literatura
- Metodologia
- **Estudo de Caso**
- Resultados
- Discussão
- Considerações Finais



Estudo de Caso

Com o intuito de testar a hipótese formulada e verificar o método proposto, foi realizado um experimento, inspirado na frota de aeronaves A-29 Super Tucano da Força Aérea Brasileira, bem como na sua operação e estrutura de suporte logístico.



Fig. 12. Aeronave A-29 Super Tucano.
Fonte: <https://www.flickr.com/photos/portalfab/albums>



Estudo de Caso



Cenário Inicial

- O sistema aeronave (Anv) foi representado por 141 itens reparáveis, do tipo unidades substituíveis na linha (*Line Replaceable Units - LRU*), sendo:
 - 10 equipamentos aviônicos;
 - 7 componentes do sistema de motor, incluindo o próprio motor e acessórios; e
 - 124 componentes de mecânica e elétrica geral dos demais sistemas.

- Foram obtidos os seguintes dados reais dos componentes:
 - Taxa de Remoção Não Programada;
 - Tempo de Reparo/Revisão;
 - Tempo de Transporte de Itens
 - Periodicidade de Manutenção Preventiva;
 - Qtde. por Aeronave (QPA);
 - Preço de Aquisição;
 - Preço Médio de Reparo/Revisão.



Estudo de Caso

Cenário Inicial

- A frota foi composta por 70 aeronaves, sendo 24 do modelo “A” e 46 do modelo “B”, distribuídas em cinco Operadores, com as seguintes quantidades e taxas de utilização:

TABELA II. DADOS DE LOCALIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DAS AERONAVES.

Operador	Modelo Anv	Qtde por Operador	Taxa de Utilização (HV/Ano)
1º/3º GAV	A-29A	5	385
	A-29B	8	226
2º/3º GAV	A-29A	6	385
	A-29B	7	226
3º/3º GAV	A-29A	5	385
	A-29B	8	226
2º/5º GAV	A-29B	20	248
EDA	A-29A	8	150
	A-29B	3	283



Estudo de Caso

Cenário Inicial

- A dinâmica de suporte logístico foi assumida da seguinte forma:
 - Os Operadores podem estocar itens e são suportados por um Armazém Central (PAMA) e uma Oficina Contratada;
 - O item removido da aeronave, seja por falha ou revisão, é levado diretamente à Oficina Contratada. Após ser aprovado para retorno ao serviço, o item é enviado de volta ao Armazém Central ou diretamente aos Operadores, conforme demanda. O tempo médio desse transporte é de 7 dias, em ambos os sentidos;
 - No modelo são desconsiderados os eventos de “condenação” de itens, “canibalização” de aeronaves ou suprimento lateral entre Operadores;



Estudo de Caso

Cenário Inicial

- Os custos de estocagem anual correspondem a 1,5% do preço de aquisição de cada componente;
- Os custos de reparo ou revisão de qualquer item na Oficina Contratada já incluem mão de obra, materiais aplicados e transporte;
- O custo médio do Homem-hora (H.h) no Armazém Central ou nos Operadores, para substituição de componentes e inspeções nas aeronaves, foi estimado em um valor médio de US\$ 12,00.

TABELA III. MANUTENÇÕES PROGRAMADAS DAS AERONAVES.

Manutenção Programada	Periodicidade	H.h Inspeção (quant./evento)	Kit Inspeção (\$/evento)	Tempo de Inspeção (Dias)
Checks Tipo A	350 HV	120	28.000,00	7,5
Checks Tipo Y	12 Meses	40	9.300,00	2,5



Estudo de Caso

Aplicação do Método Proposto

- O perfil operacional assumido no decorrer dos 5 anos apresenta a sazonalidade ilustrada na Figura abaixo.



Fig. 13. Perfil Operacional.



Roteiro



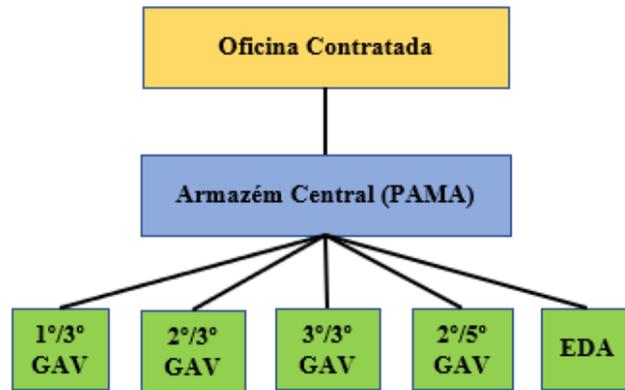
- Introdução
- Revisão da Literatura
- Metodologia
- Estudo de Caso
- **Resultados**
- Discussão
- Considerações Finais



Resultados

1º Passo

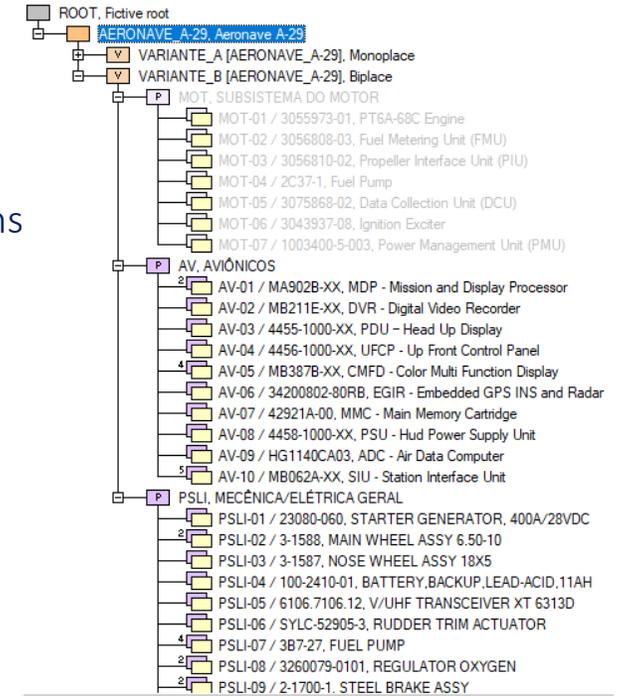
Estrutura de Suporte



- Qtde. de Giro dos Itens
- Tempo e Custo de Reparo ou Overhaul
- Tempo e Custo de Transporte
- Custo de Estocagem
- Capacidade de Manutenção das Estações

Características do Sistema

- Variantes do Produto
- Elementos Estruturais
- Subsistemas/Grupos de Itens
- Preços dos Itens
- Taxas de Falha
- Planos de Manutenção dos Itens e das Aeronaves



Operação

- Qtde. de Sistemas por Estação
- Taxa de Utilização Anual / Perfil Operacional

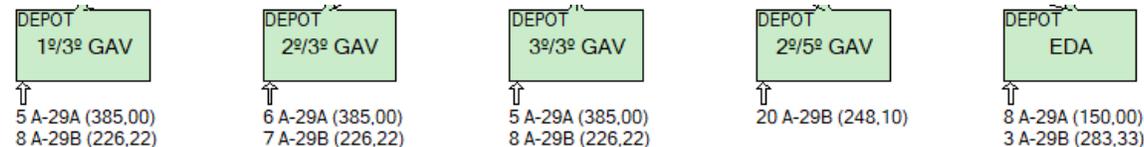


Fig. 14. Modelagem computacional do suporte logístico e utilização da frota de aeronaves A-29.



Resultados



2º Passo

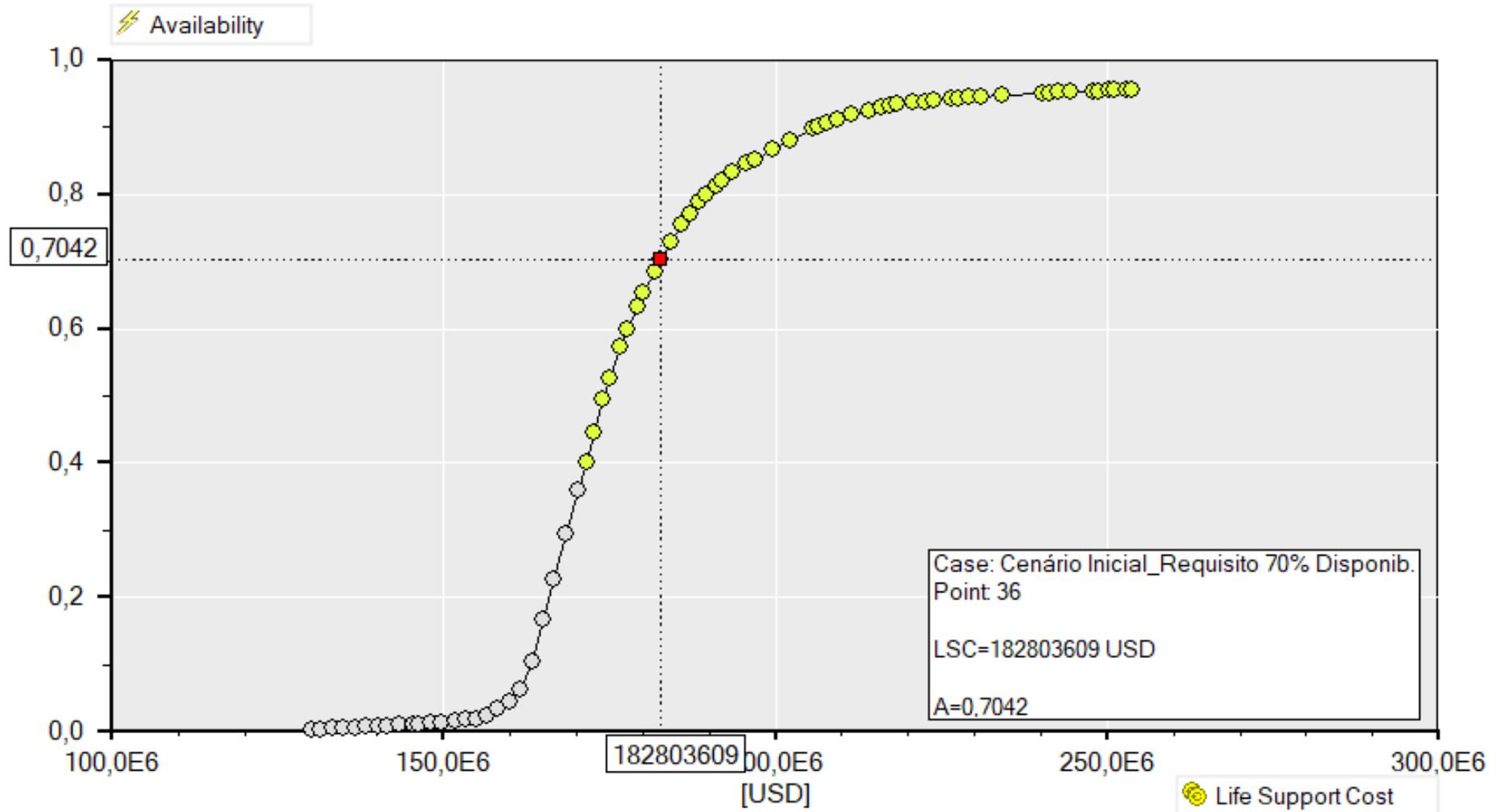


Fig. 15. Plotagem da Curva de Máxima Efetividade de Custo.



Resultados



3º Passo

Considerou-se então a variação de 20% como melhoria em cada um desses fatores logísticos.

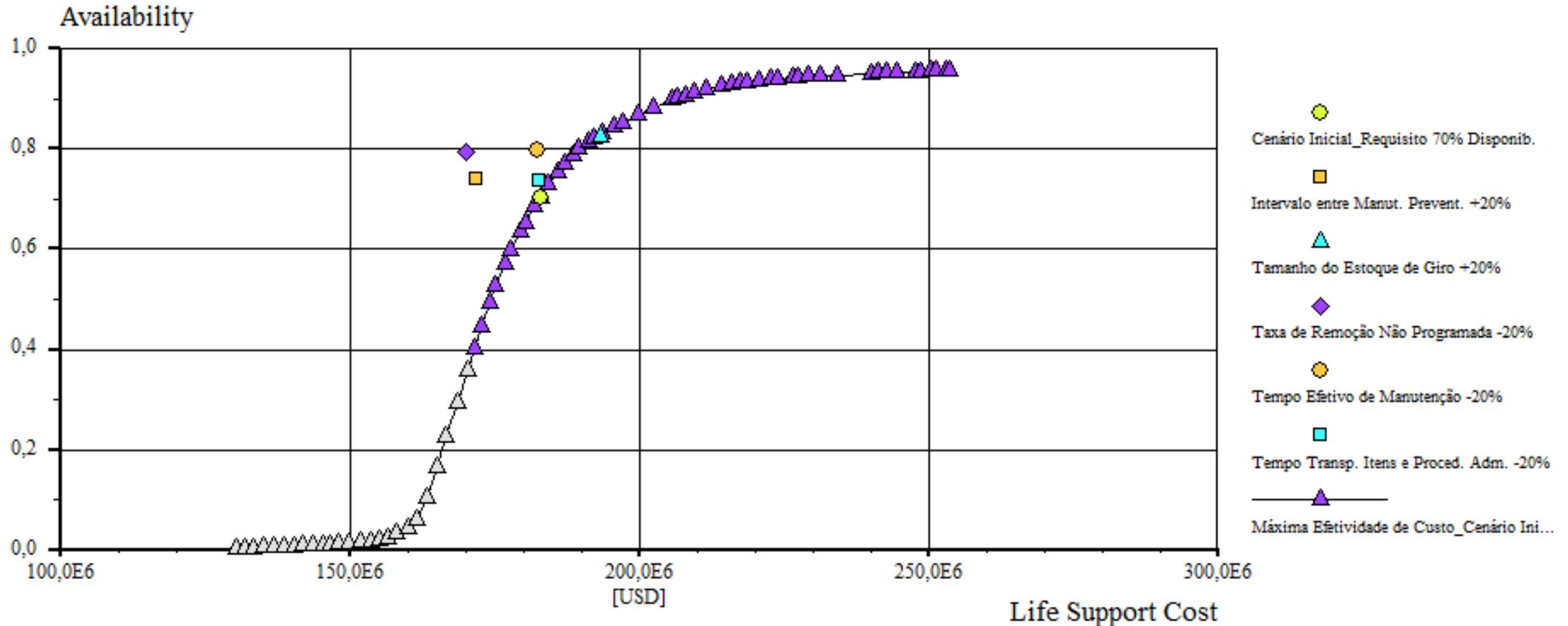


Fig. 16. Variação dos Fatores Logísticos e Obtenção de Cenários Alternativos.



Resultados



4º Passo

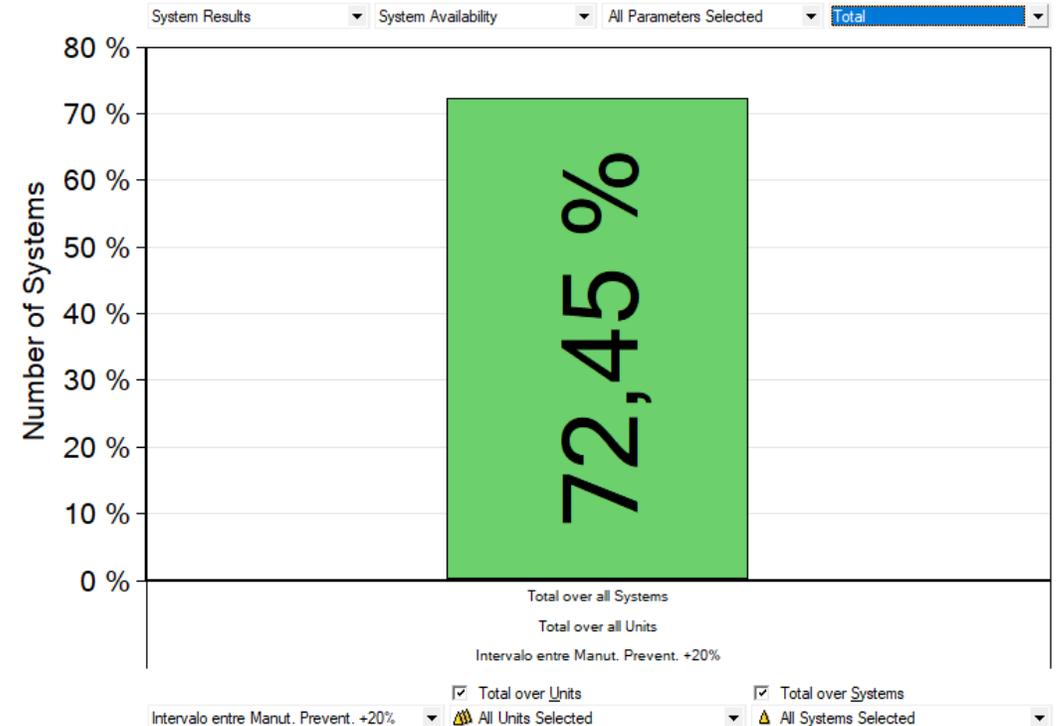
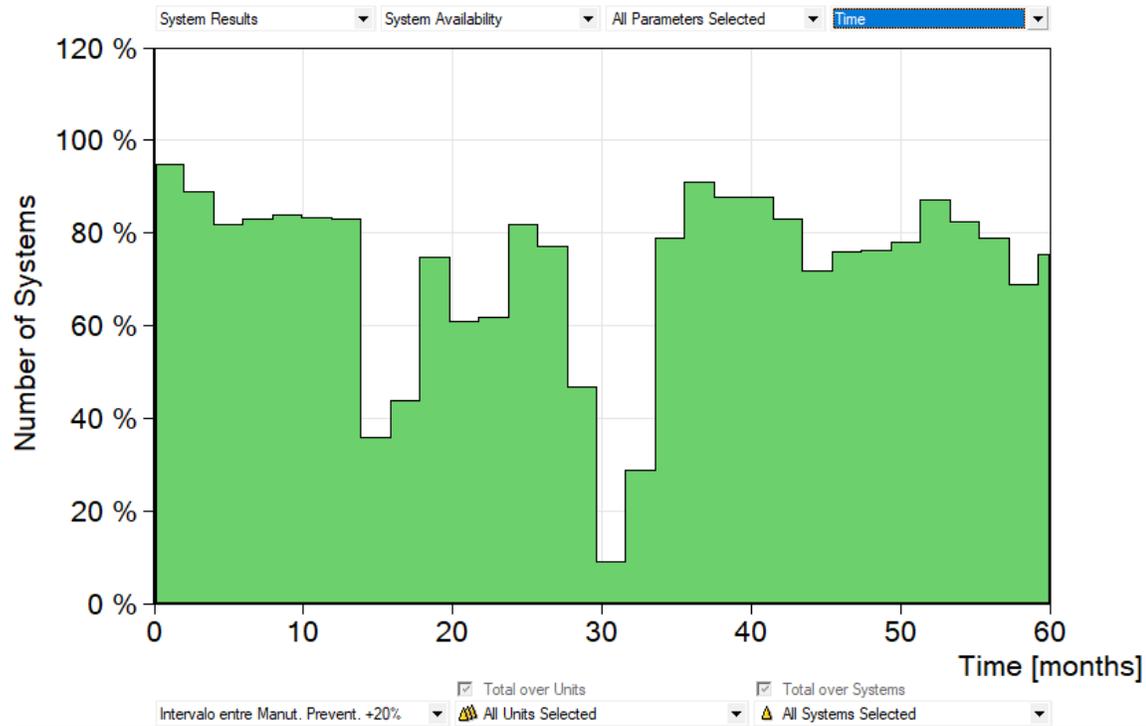


Fig. 17. Disponibilidade Média e em Função do Tempo no SIMLOX (Intervalo entre Manutenções Preventivas).



Resultados



4º Passo

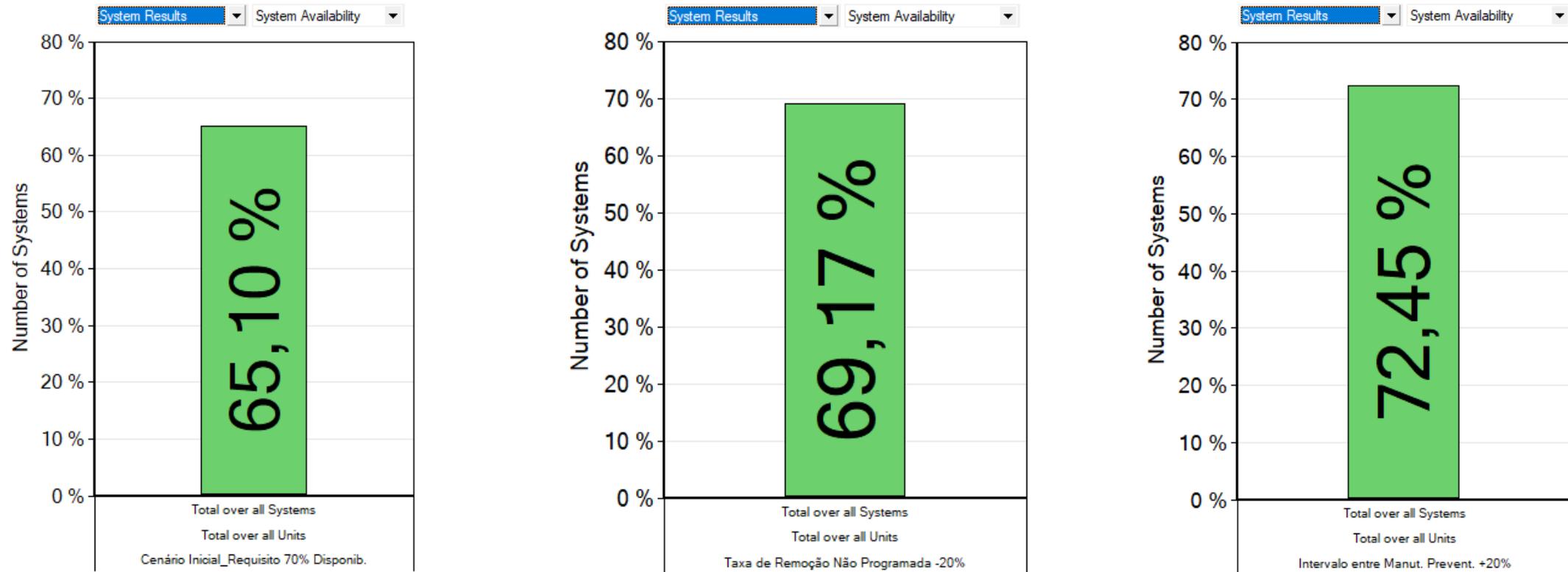


Fig. 18. Comparativo da Disponibilidade Média no SIMLOX (Cenário Inicial, Taxa de Remoção Não Programada e Intervalo entre Manutenções Preventivas).



Resultados



5º Passo

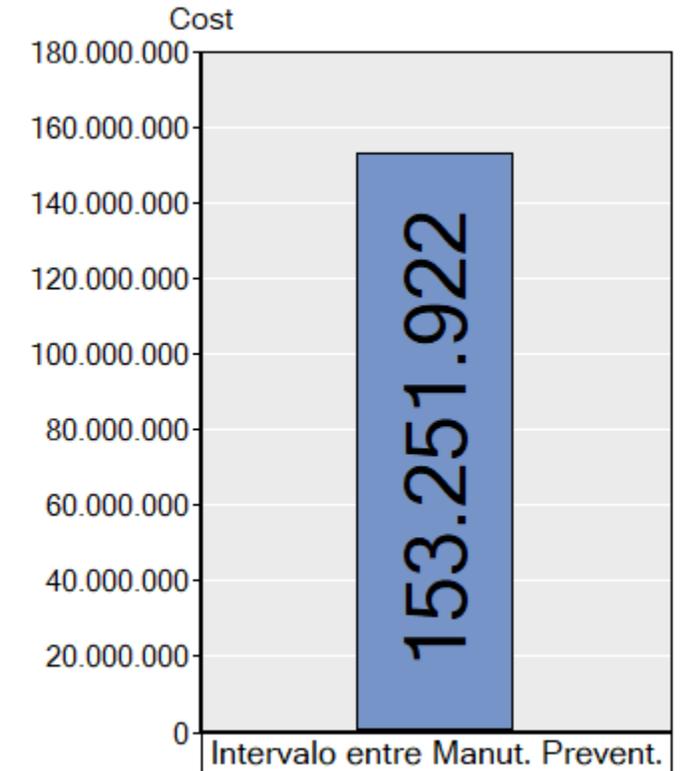
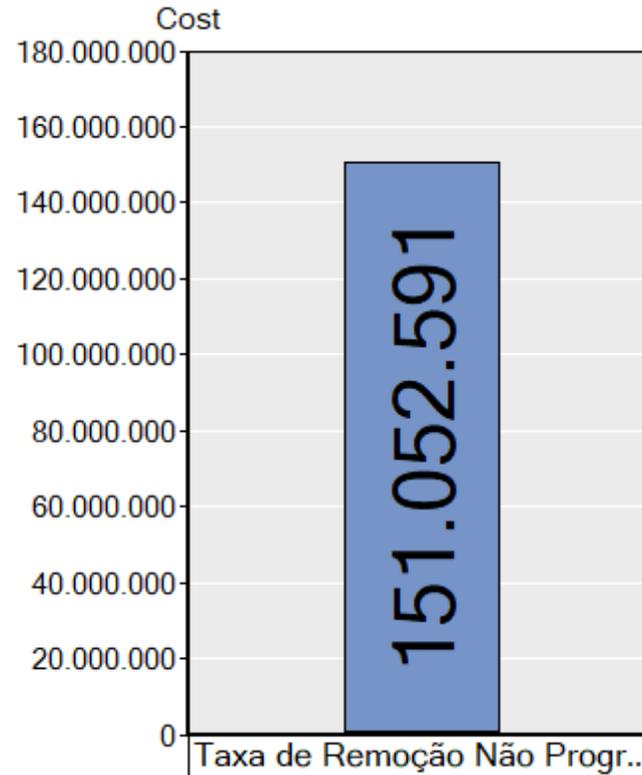
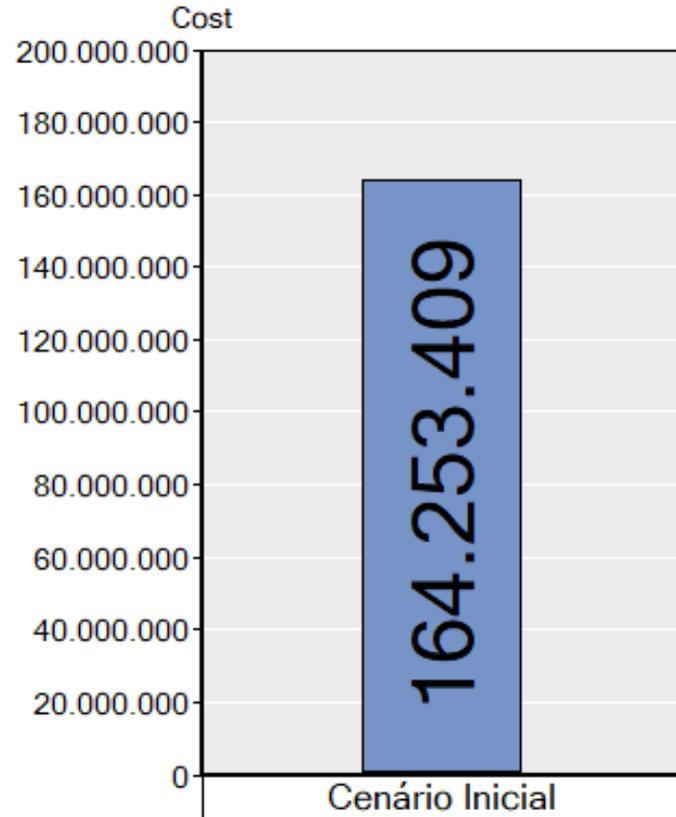


Fig. 19. Compilação dos Custos de Suporte no CATLOC.



Resultados



6º Passo

TABELA IV. CÁLCULO DO VALOR DIFERENCIAL ΔV .

Cenário/Fator Logístico Variante	Variação	Descrição	Disponib. Oper.	Custo de Suporte	δA	δC	Valor Diferencial ΔV
Cenário Inicial (0)	-	-	65,10%	\$ 164.253.409,00	-	-	-
Tamanho do Estoque de Giro	+20%	Aumento de 20% no valor total do estoque de giro, mediante aquisição de itens prioritários, seguindo o critério de melhor custo-benefício marginal, e eventual realocação	72,54%	\$ 171.635.648,00	1,1143	0,9570	1,0455
Tempo de Transporte de Itens e de Procedimentos Administrativos	-20%	Redução de 20% no tempo de transporte dos itens e de procedimentos administrativos associados às tarefas de manutenção nos itens e aeronaves	66,92%	\$ 162.216.458,00	1,0280	1,0126	1,0212
Taxa de Remoção Não Programada	-20%	Redução de 20% na taxa de remoção não programada dos itens	69,17%	\$ 151.052.591,00	1,0625	1,0874	1,0734
Intervalo entre Manutenções Preventivas	+20%	Aumento de 20% no intervalo entre manutenções preventivas (aplicável às aeronaves e aos itens cuja manutenção preventiva é prevista)	72,45%	\$ 153.251.922,00	1,1129	1,0718	1,0949
Tempo Efetivo de Manutenção	-20%	Redução de 20% no tempo efetivo de manutenção corretiva ou preventiva dos itens e aeronaves	72,64%	\$ 164.933.931,00	1,1158	0,9959	1,0634



Resultados



6º Passo

$$\Delta V = \alpha_A \delta A + \alpha_C \delta C \quad (8)$$

sendo:

$$\delta A = \frac{A_i}{A_0} \quad (9)$$

e

$$\delta C = \frac{C_0}{C_i} \quad (10)$$

- Para cada cenário alternativo, calculou-se o valor diferencial ΔV , tomando-se como referência os coeficientes de peso da pesquisa realizada por Cruyt, Ghobbar e Curran (2014) com a fabricante Airbus, seus operadores e fornecedores da plataforma A320.

TABELA V. COEFICIENTES DE PESO (CRUYT; GHOBBAR; CURRAN, 2014).

Coeficiente	Valor
Disponibilidade Operacional (α_A)	0,5626
Custo de Suporte (α_C)	0,4374



Resultados



7º Passo

TABELA VI. RANKING DOS FATORES LOGÍSTICOS CONFORME O IMPACTO NA SUPORTABILIDADE DA FROTA.

Cenário/Fator Logístico Variante	Variação	Descrição	Disponib. Oper.	Custo de Suporte	δA	δC	Valor Diferencial ΔV	Ranking de Impacto Positivo na Suportabilidade
Cenário Inicial (0)	-	-	65,10%	\$ 164.253.409,00	-	-	-	-
Intervalo entre Manutenções Preventivas	+20%	Aumento de 20% no intervalo entre manutenções preventivas (aplicável às aeronaves e aos itens cuja manutenção preventiva é prevista)	72,45%	\$ 153.251.922,00	1,1129	1,0718	1,0949	1º
Taxa de Remoção Não Programada	-20%	Redução de 20% na taxa de remoção não programada dos itens	69,17%	\$ 151.052.591,00	1,0625	1,0874	1,0734	2º
Tempo Efetivo de Manutenção	-20%	Redução de 20% no tempo efetivo de manutenção corretiva ou preventiva dos itens e aeronaves	72,64%	\$ 164.933.931,00	1,1158	0,9959	1,0634	3º
Tamanho do Estoque de Giro	+20%	Aumento de 20% no valor total do estoque de giro, mediante aquisição de itens prioritários, seguindo o critério de melhor custo-benefício marginal, e eventual realocação	72,54%	\$ 171.635.648,00	1,1143	0,9570	1,0455	4º
Tempo de Transporte de Itens e de Procedimentos Administrativos	-20%	Redução de 20% no tempo de transporte dos itens e de procedimentos administrativos associados às tarefas de manutenção nos itens e aeronaves	66,92%	\$ 162.216.458,00	1,0280	1,0126	1,0212	5º



Roteiro



- Introdução
- Revisão da Literatura
- Metodologia
- Estudo de Caso
- Resultados
- **Discussão**
- Considerações Finais



Discussão



- ❑ Apesar de não terem sido utilizados no escopo deste trabalho, cabe destacar a importância dos custos de *setup* (configuração) necessários para gerar as variações percentuais nos fatores logísticos analisados, o que certamente afeta o custo total de suporte e o valor diferencial ΔV , podendo afetar também a classificação dos fatores obtida ao final da avaliação.
- ❑ Outro aspecto fundamental é que uma determinada quantia de recurso financeiro, disponível para aplicação em investimento de *setup*, pode gerar uma variação percentual diferente para cada fator analisado.
- ❑ Embora os testes tenham sido realizados com aeronaves de defesa, entende-se que a aplicação é cabível a outros sistemas complexos.



Roteiro



- Introdução
- Revisão da Literatura
- Metodologia
- Estudo de Caso
- Resultados
- Discussão
- **Considerações Finais**



Considerações Finais



- **A hipótese** apresenta-se, por enquanto, como verdadeira e possível (viável) para solucionar o problema de pesquisa e atingir o objetivo do trabalho.
- **Contribuição Acadêmica**: Correlação entre variações de fatores logísticos, relacionados aos elementos do IPS, e os respectivos impactos na suportabilidade de aeronaves.
- **Aplicação Operacional**: Método proposto relacionado ao Suporte Continuado de Engenharia.



Roteiro



- **Introdução**
- **Revisão da Literatura**
- **Metodologia**
- **Estudo de Caso**
- **Resultados**
- **Discussão**
- **Considerações Finais**

3º ENCONTRO DE CONFIABILIDADE NA AVIAÇÃO



Lucas Sales Martins – Cap Eng Mec (lucasmartins@ita.br)
Dr. Fernando T. M. Abrahão – Cel Av R1 (abrahao@ita.br)

"Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia".

(William Edwards Deming)

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional (PRÓ-DEFESA IV) e à empresa Systecon Group AB pelo suporte fornecido aos estudos e pesquisas do Laboratório de Engenharia Logística do ITA (AeroLogLab ITA).

