3º Encontro de Confiabilidade na Aviação

# Utilização Exagerada x Utilização Sensata
# Reflexos no curto, médio e longo prazo

**Agradecimentos**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), 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).

Luciana Guaracy de Oliveira – ITA

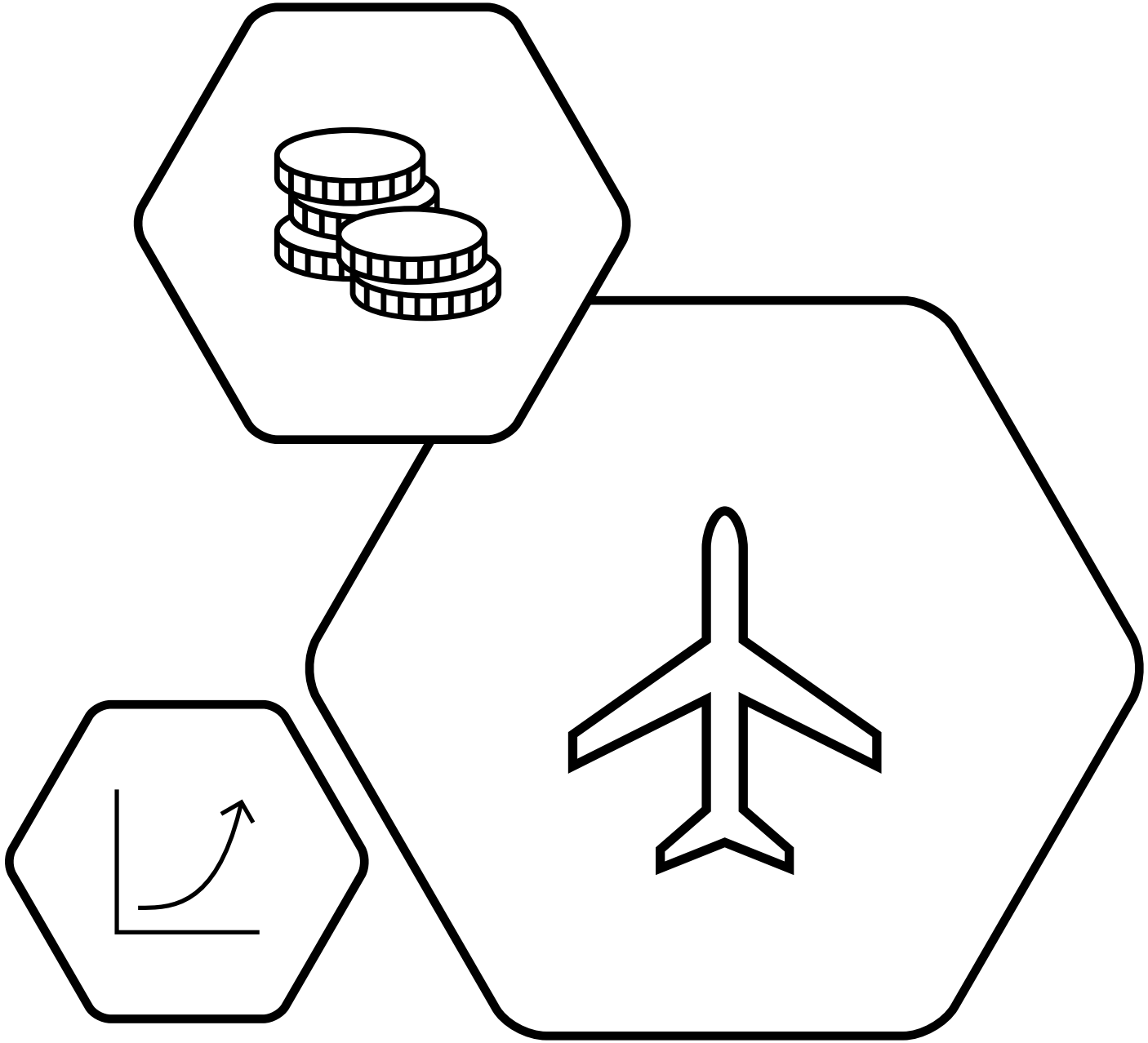
Prof. Fernando Teixeira Mendes Abrahão - ITA

# Agenda

1. Introdução;
2. Revisão Bibliográfica;
3. Metodologia;
4. Análise e Interpretação dos Dados;
5. Discussões;
6. Referências.

# 1. Introdução

O gerenciamento de uma frota de aeronaves é um problema complexo pois envolve diversas disciplinas, equipamentos, indicadores e ferramentas para a tomada de decisão. Ao mesmo tempo, as margens financeiras atingidas pelas operadoras são pequenas. Portanto, a busca por eficiência e eficácia se torna cada vez mais presente.



Um dos dilemas vivido por qualquer companhia ou instituição que gerencie operações aéreas (companhia aérea comercial ou esquadrão operacional) é a escolha de utilização das aeronaves. Muitas vezes, opta-se por utilizá-las em seu nível máximo sem considerar as operações a médio e longo prazo. No entanto, pode existir uma forma de utilização mais recomendável pelo time de gerenciamento do suporte do ponto de vista de manutenção e dos outros elementos que compõem o suporte integrado do produto.

Uma vez definido o esforço aéreo a ser cumprido nas operações pela companhia ou instituição, o dimensionamento da frota é determinado de tal forma que o gerenciamento de suporte ao produto pode não ser considerado. Sendo assim, essa escolha de dimensionamento pode refletir em uma super utilização das aeronaves.

**Dessa forma, o presente trabalho modela o tamanho ideal da frota para cumprimento de um certo esforço aéreo do ponto de vista de manutenção e dos demais elementos do suporte integrado do produto.**

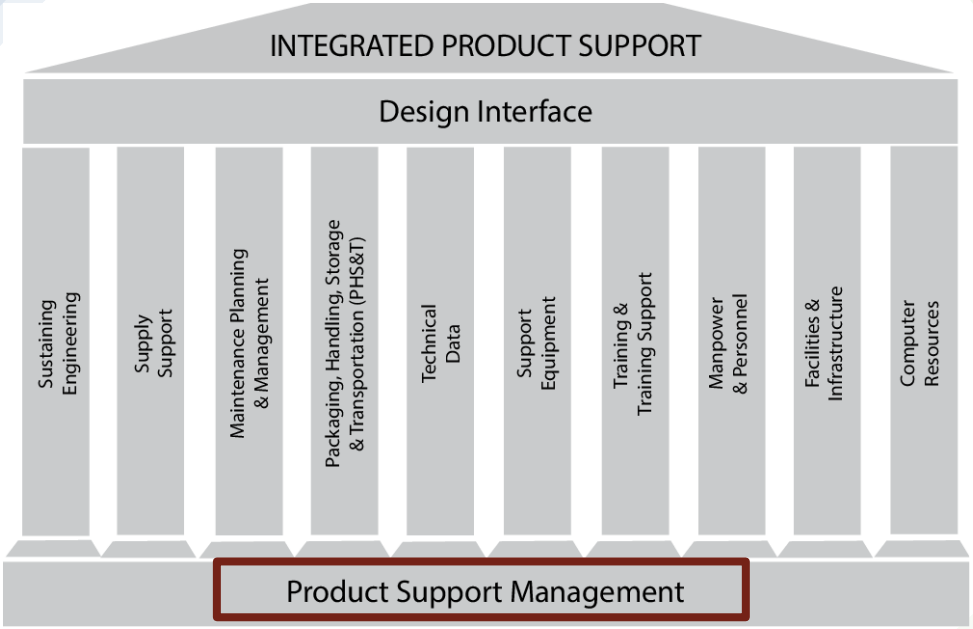
# 2. Revisão Bibliográfica

O suporte integrado do produto, do inglês *Integrated Product Support (IPS),* originou da necessidade de soluções às demandas logísticas frente às demandas operacionais, na tentativa de **reduzir custos de manutenção** e, simultaneamente, obter o desempenho definido durante a etapa de formulação conceitual do projeto, garantindo o **pleno aproveitamento durante todo o ciclo de vida planejado** [4].

O IPS de uma aeronave é a **gestão das atividades de suporte e dos elementos que as compõem durante todo o ciclo de vida, de forma que sejam entregues no tempo certo e com um bom custo benefício.**

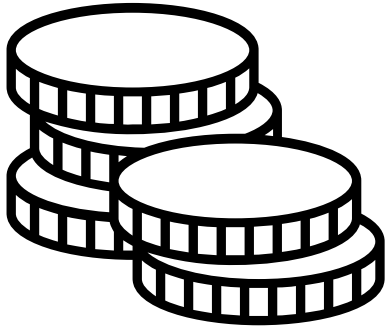
Dentre as atividades do IPS, tem-se o **gerenciamento de suporte ao produto** que é responsável por elaborar o plano de suporte e, entre outras atividades, **lida com o impacto da quantidade de aeronaves necessárias para realizar determinado esforço aéreo.** Essa avaliação analisa para **todo o ciclo de vida do produto** o impacto da capacidade de suporte da organização em termos de pessoal, infraestrutura, equipamento de suporte, manutenção, sistemas de transporte e treinamento.

**Portanto, um dos objetivos do gerente de suporte ao produto é a sugestão de estratégias de dimensionamento da frota para um funcionamento da operação por meio de uma visão sistêmica.**



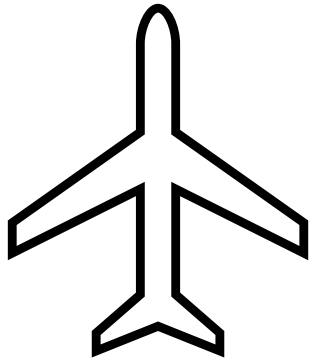
De acordo com o Departamento de Defesa dos Estados Unidos [8], um número grande de estudos e relatórios indicam que os **problemas frequentemente surgem na definição inicial dos requisitos** durante o desenvolvimento do sistema e possuem um impacto significante no orçamento. **Outro grande problema é a coleta e análise de dados.**

O estudo da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos [9], recomenda melhorias na coleta e análise de dados para confrontar os **problemas com desempenho**, porque deficiências nos níveis desses indicadores continuam sendo responsáveis por grande parte dos problemas atuais em campo e geram preocupações com relação à **prontidão e disponibilidade**. Quando aplicado à taxa de utilização das aeronaves, a coleta de dados durante a fase de operação pode trazer um cenário com uma perspectiva diferente com relação aos custos.



Ao mesmo tempo, a experiência tem indicado que um grande segmento dos custos durante o ciclo de vida de um dado sistema está associado com **as atividades de suporte operacional e de manutenção** realizado durante toda a vida desse sistema (aproximadamente **75% do custo total** em alguns casos) [10]

Para diminuir o impacto dos altos custos fixos, a empresa privada e os órgãos governamentais podem procurar **voar ao máximo as aeronaves de sua frota (alta taxa de utilização)**. Esses custos fixos são pagos esteja ou não o avião voando [11].



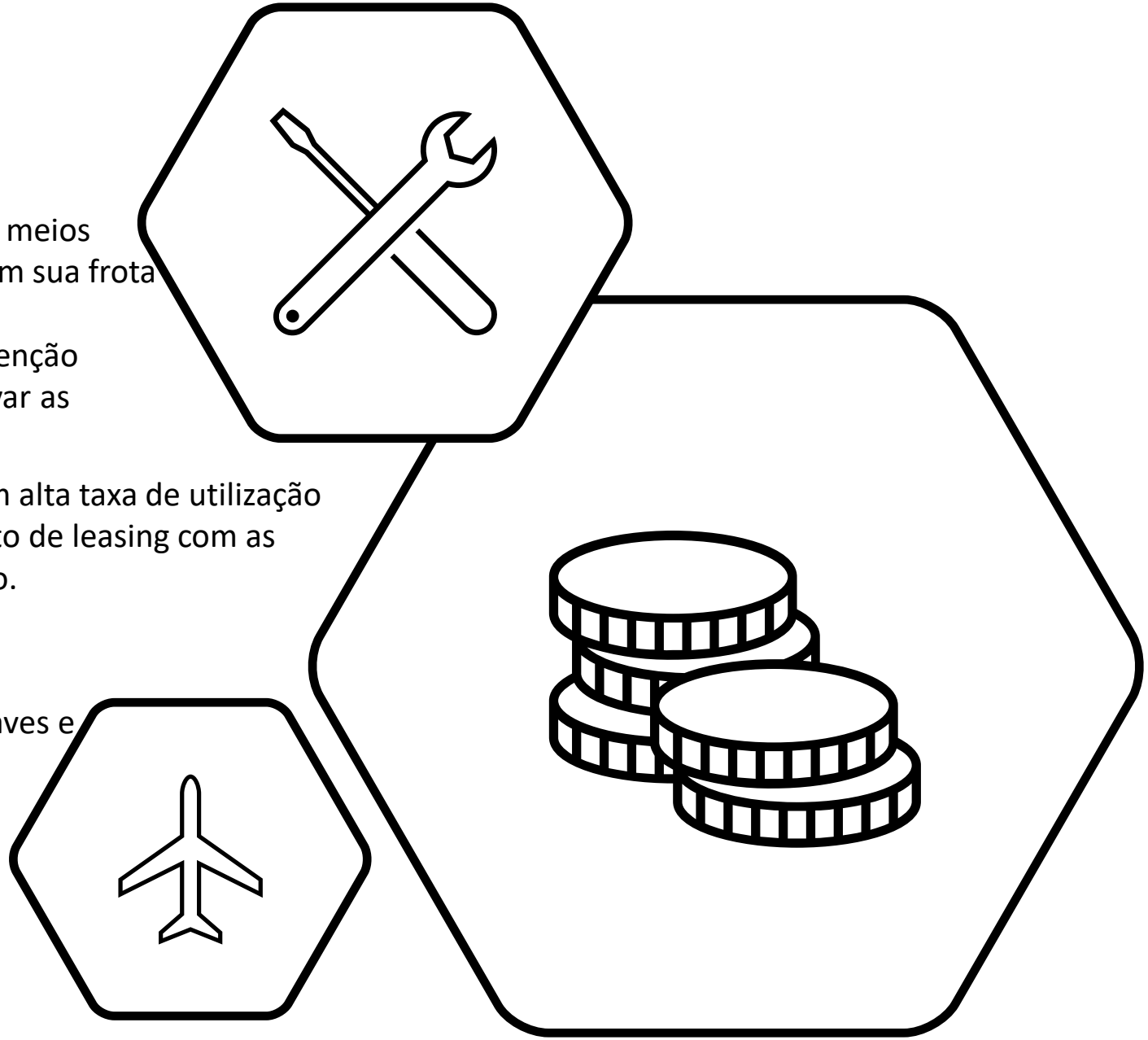
**Dessa forma, realizar o dimensionamento da frota para o cumprimento de um certo esforço aéreo sem considerar manutenções e todo o suporte operacional pode comprometer os custos no ciclo de vida como um todo.**

O arrendamento de aeronaves, do inglês *leasing,* é um dos meios existentes para que empresas de transporte aéreo atualizem sua frota de aeronaves. Além de ser um custo fixo mensalmente, o arrendamento traz os custos de operação, seguro e manutenção conforme as recomendações do fabricante visando preservar as condições de devolução no final do contrato [12].

Dessa forma, companhias aéreas operam as aeronaves com alta taxa de utilização sem considerar os custos a serem pagos no final do contrato de leasing com as revisões necessárias para atingir as condições de devolução.

A literatura não apresenta uma solução para a escolha do dimensionamento da frota que lida com uma abordagem sistêmica, levando em consideração a utilização das aeronaves e os elementos do IPS por todo o ciclo de vida.

**Se ocorrer a modelagem da suportabilidade como um todo e o teste de diferentes cenários de taxa de utilização das aeronaves, então é possível concluir qual a melhor estratégia de dimensionamento da frota visando o menor custo no ciclo de vida.**



# 3. Metodologia

Definição do problema

Revisão da literatura: Conceitos IPS, Arrendamento, Métodos de Solução

Modelagem da infraestrutura de suporte, da frota e da operação - OPUS

Simulação da infraestrutura de suporte, da frota e da operação - SIMLOX

Cálculo dos custos do ciclo de vida desses sistemas – CATLOC

Estudo de caso: Comparação entre duas estratégias de dimensionamento/utilização da frota

- ✓ Utilizou-se de um pacote de softwares de gerenciamento de ciclo de vida chamado Suíte OPUS10 da empresa sueca Systecon AB.
- ✓ Algoritmo baseado na técnica conhecida como METRIC, do inglês *multi-echelon technique for recoverable item control,* formulada por [13] em seu artigo seminal de 1978.

# 4. Análise e interpretação dos dados

- ✓ O caso é derivado de um projeto real;
- ✓ Se limita a 20 componentes reparáveis;
- ✓ Requisito de disponibilidade: acima de 90%;
- ✓ O projeto possui 25 aeronaves, essa é a estratégia 1 testada;
- ✓ A estratégia 2 testada é o sistema com 25 aeronaves + o incremento de 03 aeronaves;
- ✓ Taxa de utilização média do sistema 0,74 (hora de operação/hora calendárica;
- ✓ Horizontes de operação testados: 05, 10 e 15 anos;
- ✓ Quatro bases operacionais (OP1, OP2, OP3, OP4) suportadas por um parque de manutenção (PAMA) responsável por armazenar os materiais e enviá-los pra o centro de reparo nacional (CRN) ou externo (CRE).

TABELA I. DESCRIÇÃO MANUTENÇÃO PREVENTIVA

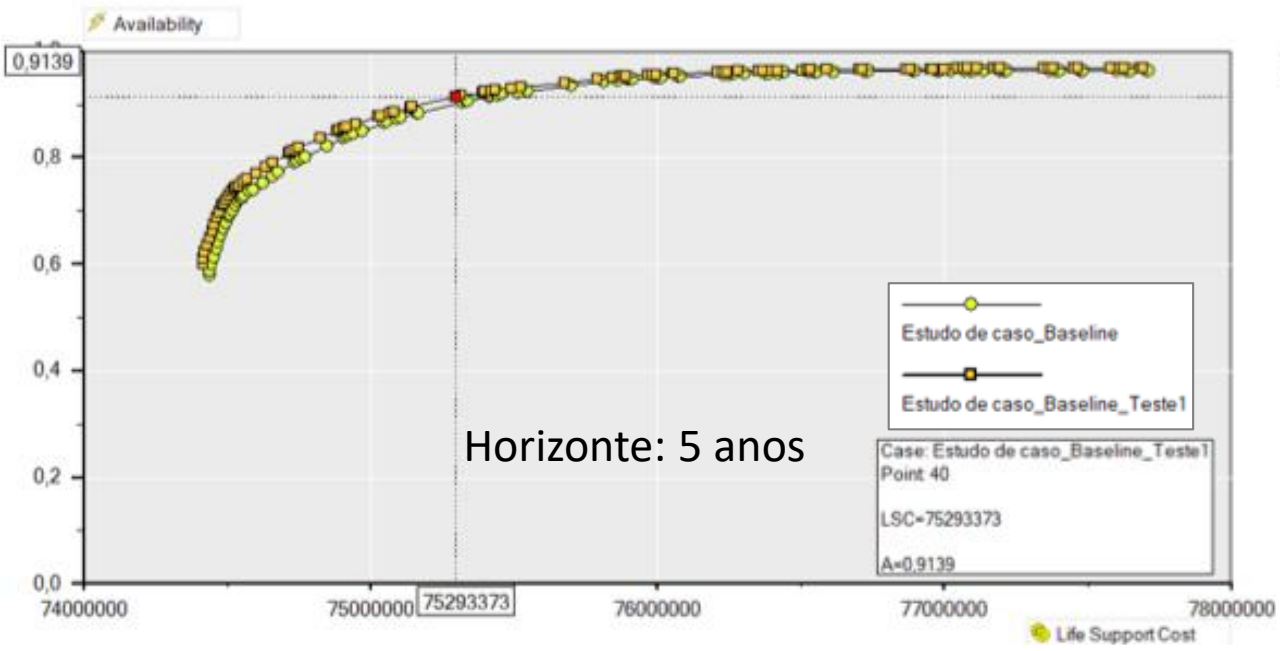
| Nome | Descrição | Custo | HH | Ciclo |
|---|---|---|---|---|
| PREVOO | Inspeção visual a cada missão | 140 | 0,5 | Missão |
| INSP600 | Inspeção a cada 600 horas de vôo | 224.000 | 72 | 600 |
| INSP1500 | Inspeção a cada 1500 horas de vôo | 2.899.000 | 288 | 1500 |

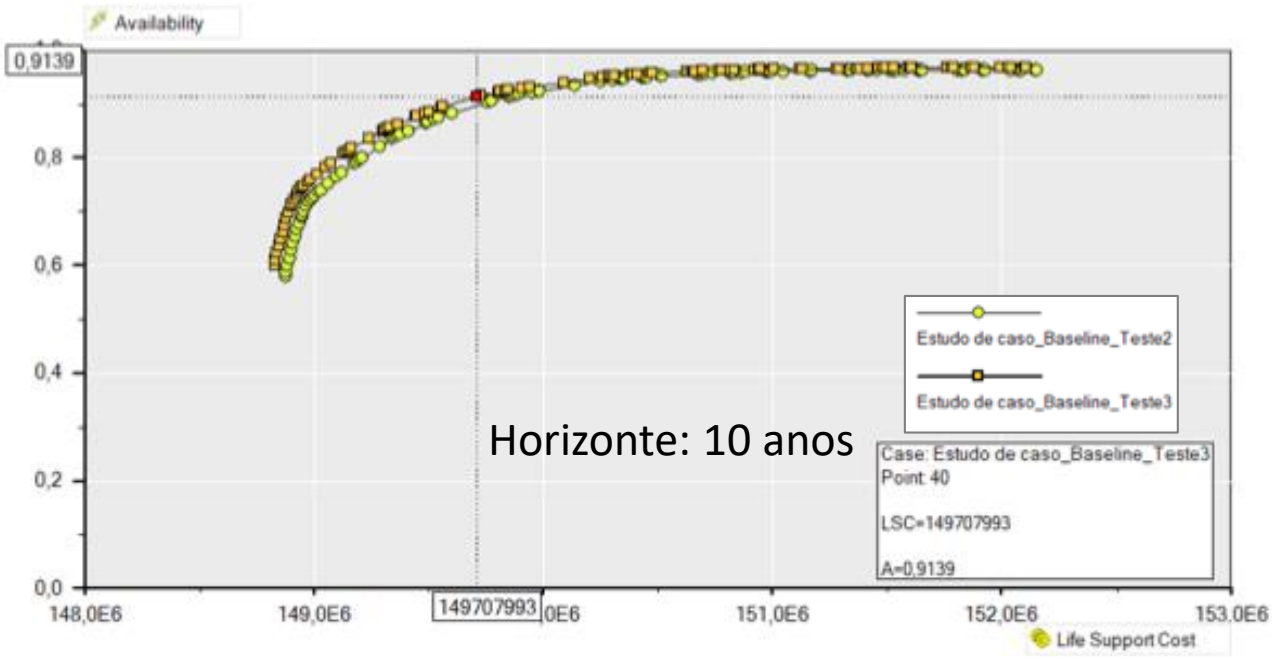
| Item | Categoria | Valor ($) |
|---|---|---|
| A | LRU | 1.828,73 |
| B | LRU | 12.829,68 |
| C | LRU | 13.179,24 |
| D | LRU | 86.100,55 |
| E | LRU | 12.150,52 |
| F | LRU | 17.155,52 |
| G | LRU | 21.112,34 |
| H | LRU | 57.052,81 |
| I | LRU | 10.386,26 |
| J | LRU | 1.298,76 |
| K | LRU | 50.777,59 |
| L | LRU | 32.433,09 |
| M | LRU | 2.751,70 |
| N | LRU | 8.357,60 |
| O | LRU | 151.268,34 |
| P | LRU | 74.835,05 |
| Q | LRU | 11.806,18 |
| R | LRU | 35.095,83 |
| S | LRU | 114.491,53 |
| T | LRU | 18.662,86 |

TABELA II. DADOS BÁSICOS DOS COMPONENTES DA AERONAVE

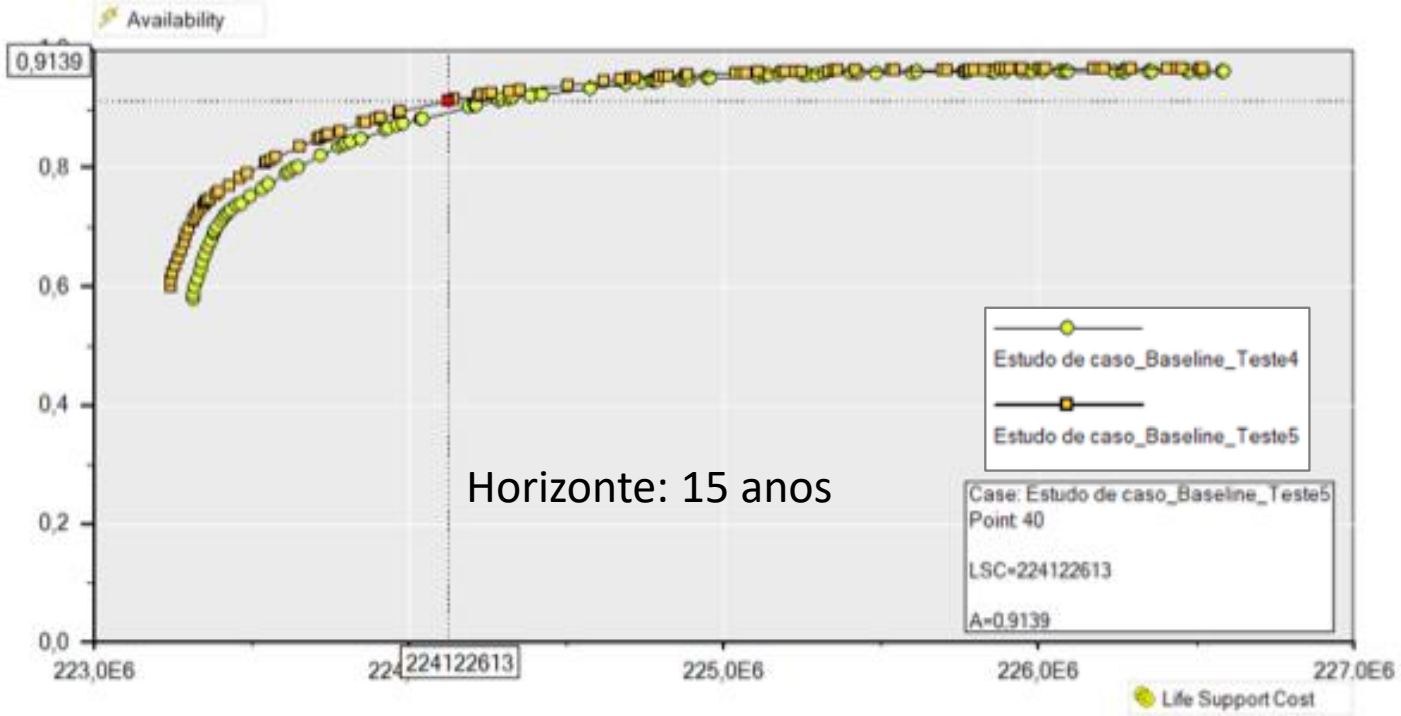
TABELA III. TEMPOS E CUSTOS DE TRANSPORTE ENTRE ESTAÇÕES

| Estação | Estação Mãe | Custo ($) | Tempo (dias) |
|---|---|---|---|
| Bases operacionais | PAMA | 250 | 5 |
| PAMA | CRN | 100 | 2 |
| PAMA | CRE | 1.000 | 15 |
| CRN | PAMA | 100 | 2 |
| CRE | PAMA | 1.000 | 15 |
| PAMA | Bases operacionais | 200 | 5 |

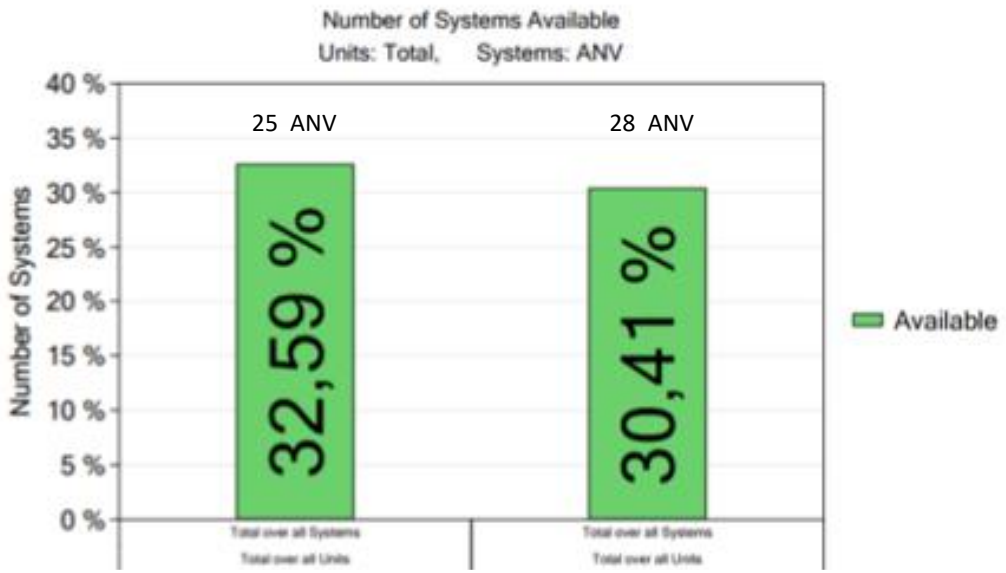


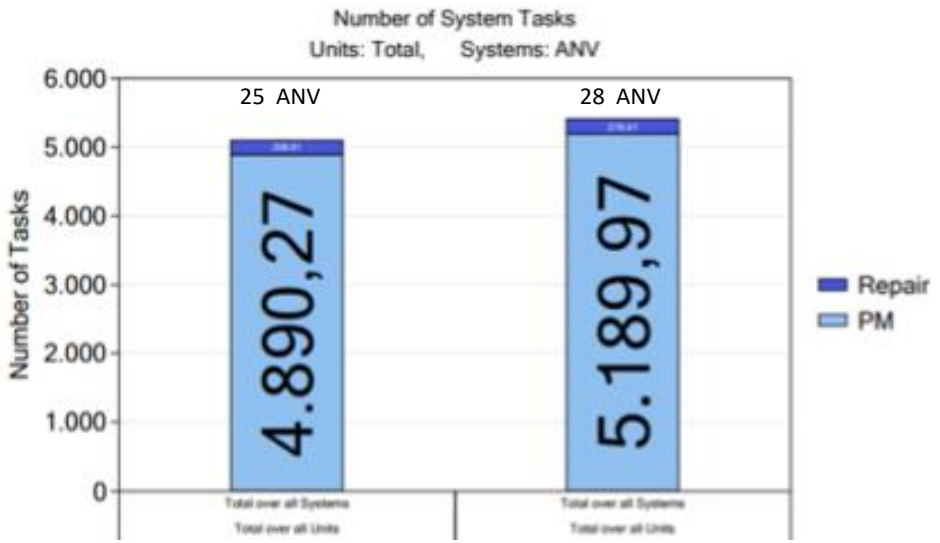

As curvas de máxima efetividade de custo podem ser observadas **com destaque para o ponto acima de 90% de disponibilidade para o sistema com 28 aeronaves.**



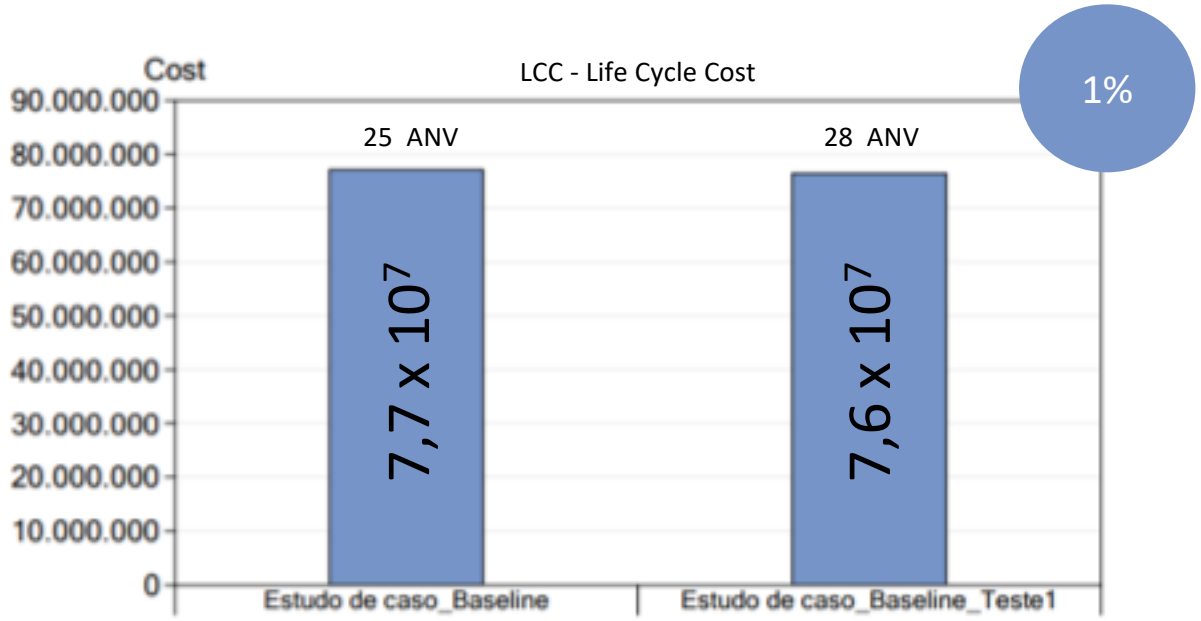

Para um resultado estático e determinístico, o acréscimo de 03 aeronaves à frota, mantendo-se o mesmo esforço aéreo, sugere-se um deslocamento da curva de máxima efetividade para cima, indicando que **uma disponibilidade um pouco maior pode ser alcançada mantendo-se o mesmo custo.**

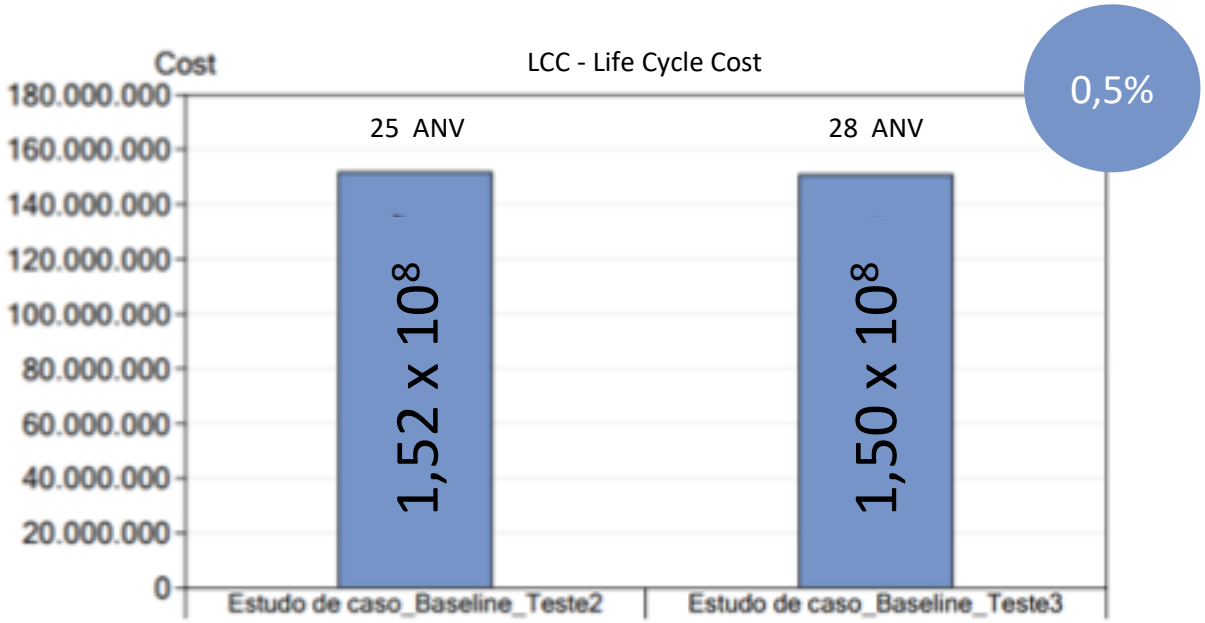



Os valores de disponibilidade apresentados são muito discrepantes daqueles encontrados pela modelagem matemática feita no OPUS10. **De qualquer forma, essa observação não interfere no objetivo maior desse trabalho, que é apresentar as diferenças de disponibilidade versus custos frente a diferentes dimensionamentos de frota.**

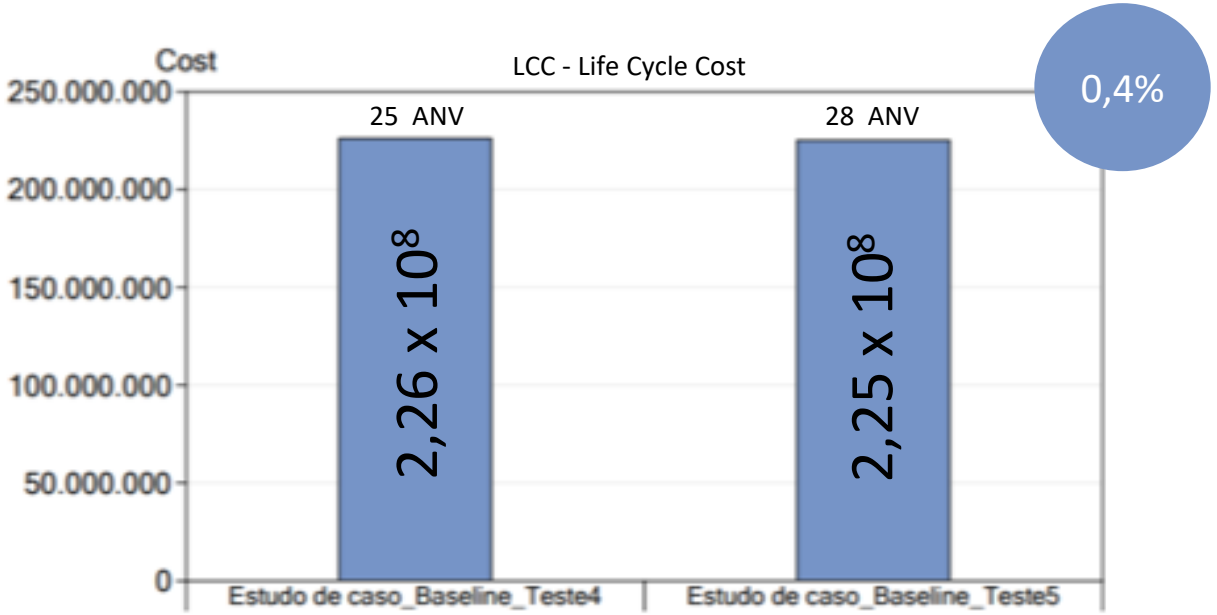



Independentemente do período de operação, ao acrescentar mais aeronaves na frota, a quantidade de **atividades de manutenção preventiva e reparo também aumentaram – um resultado já esperado.**




A diferença encontrada no cálculo dos custos do ciclo de vida de ambas as frotas demonstra que a estratégia de adquirir mais aeronaves e distribuir o esforço aéreo de forma que as operações sejam mais saudáveis **pode trazer uma disponibilidade maior e um custo menor.**




Analisando os resultados obtidos pelo software CATLOC em ambos os sistemas, **percebe-se que mesmo ao adicionar três novas aeronaves à frota, mantendo-se o mesmo esforço aéreo, há uma redução nos custos do ciclo vida para todos os períodos modelados.**

# 5. Discussões

Modelagem de mais atividades ligadas aos elementos do Suporte Integrado do Produto;

Discussão sobre diferentes tipos de contrato de arrendamento (diferentes requisitos para a entrega da aeronave na fase de redelivery);

Modelagem da degradação dos componentes durante o ciclo de vida (avião despachado na MEL).

# 6. Referências


D. G. F. Pinto, F. T. M. Abrahão. Custo do Ciclo de Vida: Proposta de Método de Cálculo Prospectivo e Análise de Sensibilidade a Fatores de Confiabilidade e Manutenibilidade.

R. Cooper, R. S. Kaplan. Measure costs right: make the right decisions. Harvard Business Review, v. 88, n. 5, p. 36-103, 1988.

W. Rocha. Contribuição ao estudo de um modelo conceitual de sistema de gestão estratégica. Tese (Doutorado) em Controladoria e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, FEA/USP, 1999.

R. C. S. Bendia.. O suporte logístico integrado na Aviação do Exército: estudo de caso do contrato da aeronave H-225-M. Trabalho de conclusão de curso – Especialista em Ciências Militares, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro, p. 53. 2020.

B. S. Blanchard. Logistics Engineering and Management. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

Rebouças, F. T. M. Abrahão. Planejamento estratégico de programa de manutenção preventiva de aeronaves. SIGE: Simpósio de aplicações operacionais em áreas de defesa, 2019.

AeroSpace and Defense Industries Association of Europe and Aerospace Industries Association, “SX000i – International guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) Specifications”, 2016. [Online]. Avaiable: http://www.sx000i.org. [Acesso em 10 07 2022]

Department of Defense – United States of America. “DoD guide for achieving reliability, availability, and maintainability”, 2005.

National Research Council. “Statistics, Testing, and Defense Acquisition: New Approaches and Methodological Improvements”, Ed. National Academy Press, 1998.

B. S. Blanchard. System engineering management. John Wiley & Sons, 2004.

F. L. Côrrea. Planejamento do transporte aéreo: livro didático, 2013.

E. T. Farah. Aspectos do contrato de leasing aeronáutico e garantias sobre aeronaves. Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas, v. 1, n. 4, p. 7-25, 2021.

C. C. Sherbrooke. Optimal Inventory Modeling of Systems: Multi-Echelon Techniques, New York: Kluwer Academic Publishers, 2004.

D. Floyd, M. Reyes. Application of the Integrated Product Support Elements by the F-35 Joint Program Office. Defense Acquisition Univ Ft Belvoir VA, 2014.