

**MESTRADO**  
CONTABILIDADE, FISCALIDADE E FINANÇAS  
EMPRESARIAIS

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
TRABALHO DE PROJETO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *LIFE CYCLE*  
*COSTING* NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA

RITA MARIA MATA CONSTANTINO

OUTUBRO – 2018

**MESTRADO**  
CONTABILIDADE, FISCALIDADE E FINANÇAS  
EMPRESARIAIS

**TRABALHO FINAL DE MESTRADO**  
TRABALHO DE PROJETO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *LIFE CYCLE*  
*COSTING* NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA

RITA MARIA MATA CONSTANTINO

**ORIENTAÇÃO:**

PROFESSOR DOUTOR TIAGO GONÇALVES

CORONEL ADMINISTRADOR AERONÁUTICO JORGE PIMENTEL

OUTUBRO - 2018

## Resumo

Assiste-se a um esforço crescente por parte de alguns países para a implementação do *Life Cycle Costing* na avaliação dos seus projetos de investimento por permitir antes da tomada de decisão a análise dos custos do ciclo de vida dos Sistema de Interesse em causa. Considerando que esta metodologia não está a ser aplicada na Força Aérea Portuguesa, importa proceder ao seu estudo, averiguar os impedimentos e propor soluções para que se possa converter o teorismo em realidade.

Neste trabalho são apresentadas, primeiramente, as questões que impedem a efetiva implementação do *Life Cycle Costing* na Força Aérea Portuguesa e são propostas soluções para as mesmas, tendo como ponto de partida a conceptualização prescrita pela OTAN.

Em segundo lugar, com recurso a métodos empíricos (regras empíricas e opinião de especialistas) e de cálculo/ previsão (análise gráfica e de correlações) realizou-se uma primeira aplicação da metodologia ao Sistema de Armas F-16, tendo como base os dados recolhidos desde 2009 a 2017. Pelo estudo realizado pode concluir-se que a Força Aérea Portuguesa, com base na sua doutrina, procedimentos desenvolvidos e estrutura organizacional, se depara com alguns desafios para que seja possível uma aplicação sustentada e constante desta metodologia.

A serem seguidas as soluções propostas, certamente nos anos vindouros aplicações empíricas mais robustas desta metodologia serão possíveis.

Com este trabalho procura-se despertar o interesse da Força Aérea Portuguesa por esta metodologia, a qual permitirá prever os recursos que serão necessários no futuro com qualquer Sistema de Interesse, consubstanciando-se num instrumento de gestão capaz de fornecer informação útil, tanto para o planeamento, como para a tomada de decisão, particularmente a longo prazo.

**Palavras-chave:** *Life Cycle Management, Life Cycle Costing, Gestão do Ciclo de Vida, Sistema de Armas F-16, Força Aérea Portuguesa.*

### **Abstract**

There is a growing effort, by some countries, to implement Life Cycle Costing in the evaluation of their investment projects, by allowing the analysis of the life cycle costs of the relevant System of Interest. Considering that this methodology is not being applied in the Portuguese Air Force, it is necessary to study it, investigate impediments and propose solutions that can turn theory into reality.

In this paper, we first present the issues that prevent the effective implementation of Life Cycle Costing in the Portuguese Air Force and propose solutions for them, starting with the conceptualization prescribed by NATO.

Secondly, using the empirical methods (empirical rules and expert's opinions) and calculation / forecasting (graphical and correlation analysis), the methodology is first applied to the F-16 Weapons System based on data collected from 2009 to 2017.

Through the study carried out, it can be concluded that the Portuguese Air Force, based on its doctrine, developed procedures and organizational structure, faces some challenges so that a sustained and constant application of this methodology is possible.

If the proposed solutions are followed, certainly in the years to come, more robust empirical applications of this methodology will be possible.

This work seeks to trigger the interest of the Portuguese Air Force in this methodology, which will allow to predict the resources that will be needed in the future with any system of interest, consubstantiating in a management tool capable of providing useful information, both for planning and for decision making, particularly in the long term.

**Key words:** *Life Cycle Management, Life Cycle Costing, F-16 Weapon System, Portuguese Air Force.*

## **Agradecimentos**

Começo por agradecer aos meus orientadores, ao Sr. Professor Doutor Tiago Gonçalves pelo seu profissionalismo, capacidade científica, praticabilidade e propostas para enfrentar este trabalho, tendo sido um elemento essencial para a sua concretização. Ao meu coorientador, Sr. Coronel Jorge Pimentel, pelo desafio lançado, pelas pistas de investigação, sugestões e críticas, que, dentro do pouco tempo disponível, conseguiu estar presente nos momentos mais importantes.

Quero agora agradecer aos meus pais e irmão, que sempre foram o princípio e o fim do realizar dos meus objetivos, pelo ânimo, espírito positivo e presença constante.

Ao SIAFP pela troca de pontos de vista durante a realização deste trabalho, pelo apoio e boa disposição constante que diariamente iam tornando a realização deste trabalho menos pesada.

À DMSA por todas as explicações dadas, pela paciência e pelo tempo despendido.

À Academia da Força Aérea, pelo desenvolvimento académico e pessoal proporcionado e pelos 6 anos repletos de histórias, aprendizagens e oportunidades.

Aos militares da Base Aérea n.º5, por todos os telefonemas, dados fornecidos, esclarecimentos e explicações, tendo sido sempre muito prestáveis ao longo destes meses.

A todos os militares que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho. Pela amabilidade que tiveram em despendar o seu tempo, através da partilha de conhecimentos, fornecimento de dados ou realização de entrevistas, um sincero obrigado.

Ao meu curso, pelo que já percorremos juntos, pelo carinho e pela união que nos caracteriza. Pelo legado deixado e pelo que ainda está para vir. *Os Grandes de Outrora em Nós Reencarnados*.

*It is good to have an end to journey towards; but it is the journey that matters, in the end*

Ursula K. Le Guin

## Índice

Resumo.....	III
Abstract .....	IV
Agradecimentos.....	V
Índice de Figuras .....	VIII
Índice de Tabelas.....	IX
Lista de Siglas e Acrónimos.....	X
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1. Considerações gerais e conceitos .....	3
2.2. Metodologia <i>Life Cycle Costing</i> .....	4
2.3. Processo de estimativa do <i>Life Cycle Cost</i> .....	6
2.3.1. Recolha e Processamento dos dados .....	8
2.3.2. Métodos e Modelos para o <i>Life Cycle Costing</i> .....	9
2.3.3. Risco e incerteza .....	10
2.4. Evidência Empírica .....	11
2.4.1. Adesão ao <i>Life Cycle Costing</i> .....	12
2.5. Exemplo Prático da OTAN.....	13
3. Objetivo de Investigação e Metodologia Adotada.....	13
4. Aplicação do <i>Life Cycle Costing</i> na Força Aérea .....	15
4.1. Caracterização da Força Aérea Portuguesa .....	15
4.2. Legislação e Doutrina .....	15
4.3. Formalização do Sistema .....	17
4.3.1. Funcionamento Organizacional .....	17
4.3.2. Recolha e Processamento da Informação .....	18
4.3.3. Sistemas de Informação.....	18
4.4. Análise Crítica e Diagnóstico do Sistema .....	19
4.4.1. Adaptação Organizacional .....	19
4.4.2. Recolha e Processamento da Informação .....	20
4.4.3. Sistemas de Informação.....	21

4.5.	Propostas de Melhoria .....	21
4.5.1.	Adaptação Organizacional .....	22
4.5.2.	Recolha e Processamento da Informação .....	22
4.5.3.	Sistemas de Informação.....	23
5.	Uma Aplicação Empírica: o Sistema de Armas F-16.....	24
5.1.	Caracterização do Sistema de Armas.....	24
5.2.	Caracterização da Amostra .....	24
5.3.	Dados de Engenharia .....	25
5.4.	Recolha de Dados.....	26
5.5.	Análise de Dados.....	26
5.5.1.	Material Consumido na Unidade.....	27
5.5.2.	Reparações e Revisões.....	28
5.5.3.	Combustíveis e Lubrificantes.....	29
5.5.4.	Custos com Pessoal da Manutenção e Pessoal Operacional.....	31
5.5.5.	Regras Empíricas.....	32
6.	Considerações Finais.....	33
6.1.	Limitações e Propostas de Estudos Futuros .....	34
7.	Referências .....	36
8.	Anexos.....	39

## Índice de Figuras

Figura 1 - Transição entre as fases do ciclo de vida .....	5
Figura 2 - Ciclo de vida dos Sistemas de Armas .....	5
Figura 3 - Curva de LCC comprometidos versus incorridos.....	6
Figura 4 - Abordagem Analítica para o Processo de Estimativa do LCC.....	7
Figura 5 - Iceberg do <i>Life Cycle Costing</i> .....	9
Figura 6 - Análise macro do papel da análise do LCC no planeamento da Defesa .....	12
Figura 7 - Nível de ambição F-16 MLU.....	25
Figura 8 - Evolução dos Custos 1996-2017 com corte temporal.....	27
Figura 9 - Análise dos Custos 2009-2017.....	27
Figura 10 - MCU Vs Aeron. Prontas e Disponíveis.....	28
Figura 11 - Reparações e Revisões Vs Aeronaves Prontas e Disponíveis.....	29
Figura 12 - Gráfico comparativo entre o preço médio móvel, preço total e quantidade de combustível (litros) .....	31
Figura 13 - Custos de um SOI usado ao longo do ciclo de vida .....	40



**Índice de Tabelas**

Tabela I - Modelos e Métodos .....	9
Tabela II - Correlação entre Reparações e Revisões e Dados Quantitativos .....	28
Tabela III - Correlação entre NHV e Quantidade de litros .....	30
Tabela IV - Correlação entre PMR e Efetivo .....	32
Tabela V - Correlação entre POR e Efetivo .....	32
Tabela VI - Estatística Descritiva .....	32
Tabela VII - Custos unitários médios .....	33
Tabela VIII - Caracterização das Entrevistas .....	45
Tabela IX - Quadro Resumo .....	46
Tabela X - Diagrama dos Sistemas de Informação.....	46
Tabela XI - Tratamento de dados quantitativos .....	48
Tabela XII - Tratamento de dados financeiros .....	48
Tabela XIII - Desagregação do Fator de Custo POL.....	49
Tabela XIV - NHV e quantidade de litros de combustível consumido em Território Nacional...49	49
Tabela XV - Quantidade de litros de combustível total e Preço por litro .....	49
Tabela XVII - Total de Efetivos Operacionais.....	49
Tabela XVI - Total de Efetivos da Manutenção .....	49
Tabela XVIII - Correlação de Pearson .....	50

## **Lista de Siglas e Acrónimos**

**AdIAL** - Administrador de Informação da Área Logística

**ALCCP-01** - *Allied Life Cycle Cost Publication*

**BA5** - Base Aérea n.º5

**CBS** - *Cost Breakdown Structure*

**CCP** - Código dos Contratos Públicos

**CEDN** - Conceito Estratégico de Defesa Nacional

**CEMFA** - Chefe de Estado-Maior da Força Aérea

**CERD** - *Cost Estimation Requirements Document*

**CGM** - Centro de Gestão da Manutenção

**CHV** - Custo da Hora de Voo

**CIPT** - *Cost Integrated Project Team*

**CLAFA** - Comando da Logística da Força Aérea

**CRP** - Constituição da República Portuguesa

**DAT** - Direção de Abastecimento e Transportes

**DEP** - Direção de Engenharia e Programas

**DFFA** - Direção de Finanças da Força Aérea

**DGRDN** - Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional

**DIVOPS** - Divisão de Operações

**DIVPLAN** - Divisão de Planeamento

**DIVREC** - Divisão de Recursos

**DMSA** - Direção de Manutenção de Sistemas de Armas

**DSQA** - Direção de Serviços de Qualidade e Ambiente

**EDA** - *Excess Defense Articles*

**EMFA** - Estado-Maior da Força Aérea

**EPAF** - *European Participating Air Forces*

**EUA** - Estados Unidos da América

**FA** - Força Aérea Portuguesa

**FAA** - *Federal Aviation Administration*

**FC** - Fatores de Custo

**GT** - Grupo(s) de Trabalho

**IEC** - *International Electrotechnical Commission*

**IOG/IEX** - Inspeções realizadas fora da Unidade-Base

**LCA** - *Life Cycle Assessment*

**LCC** - *Life Cycle Cost*

**LOA** - *Letter of Offer and Acceptance*

**LOBOFA** - Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas

**LOFA** - Lei Orgânica da Força Aérea

**LOMDN** - Lei Orgânica do Ministério da Defesa Nacional

**LPM** - Lei de Programação Militar

**LRU** - *Item* primário reparável substituído diretamente no sistema

**MCU** - Material Consumido na Unidade nas ações de manutenção das aeronaves

**MDN** - Ministério da Defesa Nacional

**MTBF** - *Mean Time Between Failure*

**NASA** - *National Aeronautics and Space Administration*

**NCP** - Norma de Contabilidade Pública

**NHV** - Número de Horas de Voo

**O&S** - Operação e Sustentação

**OTAN** - Organização do Tratado Atlântico Norte

**p.** - Página

**PAA** - Plano Anual de Atividades

**PLUSMGM** - Plataforma Única de Sistemas de Informação – Módulo de Gestão de Manutenção

**PMR** - Remunerações com o Pessoal de Manutenção

**POL** - Combustíveis e Lubrificantes

**POR** - Remunerações com o Pessoal Operacional

**RDE** - Simulador

**RE** - Regime de Esforço

**SA** - Sistema(s) de Armas

**SI** - Sistemas de Informação

**SIAGFA-GESTMAT** - Sistema Integrado de Apoio à Gestão da FA – Módulo de Gestão de Material

**SIGDN** - Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional

**SIGMA-ABAST** - SI e Gestão de Manutenção e Abastecimento

**SIGOP** - Módulo de Gestão Operacional

**SIPAV** - Sistema de Informação e Processamento Automático de Vencimentos

**SLCM** - *System Life Cycle Management*

**SNC-AP** - Sistema de Normalização Contabilística para as Administrações Públicas

**SOI** - Sistema(s) de Interesse

**STANAG** - *Standardization Agreement*

**STANREC** - *Standardization Recommendation*

**TOC** - *Total Ownership Costs*

**UB** - Unidade-Base

**WLC** - *Whole Life Costing*

#### Exemplo prático da OTAN

**ACMC** - Fração média das taxas de falha que origina ações de substituição executadas por pessoal externo

**ACMRP** - Fração média das taxas de falha que leva a ações de substituição executadas por pessoal da NME a bordo ou em porto estrangeiro

**AGS** - *Alliance Ground Surveillance*

**CLM** - Manutenção ao Nível do Contratante

**CM** - Manutenção Corretiva

**CMRP** - Custo médio do material usado na substituição

**CMRPC** - Custo médio por *item* para pessoal externo, incluindo os custos de consumíveis

**CMRPCC** - Custo médio do consumo de consumíveis para substituições de CM

**CMRPEX** - Custo médio por ano para pessoal externo, incluindo o custo de consumíveis

**CMTRP** - Custo médio de transporte devido a substituições

**DESCR** - Descrição do *item*

**DLM** - Manutenção de Nível Depot

**DP** - *Item* secundário descartável substituído num LRU, SRU, PRU ou SPRU de nível 2 e 3

**DU** - *Item* primário descartável substituído diretamente no sistema

**FRT** - Taxa de Falha

**HMS** - *Her Majesty Ship*

**ICE** - *Independent Cost Estimate*

**IID** - Identificação do *item*

**ILM** - Manutenção de Nível Intermédio

**LPD** - *Landing Platform Dock*

**LRE** - Local onde a manutenção corretiva ocorre

**MHCCMRP** - Custo médio da hora-homem para ações de substituição executadas pela NME

**MID** - Identificação da unidade-mãe

**MTTRP** - Tempo médio para substituir

**NME** - *Navy Maintenance Establishment*

**NMTRP** - Número de pessoas necessário para a substituição

**OLM** - Manutenção de Nível Organizacional

**PHST** - *Packing, Handling, Storage & Transporting*

**PM** - Manutenção Preventiva

**PRICE** - Preço unitário por *item*

**PRU** - *Item* primário parcialmente reparável substituído diretamente no sistema;

**QTYPM** - Quantidade por *item*-mãe

**RNLN** - *Royal Netherlands Navy*

**SAR** - *Search And Rescue*

**SPRU** - *Item* secundário parcialmente reparável substituído num LRU, SRU, PRU ou SPRU

**SRU** - secundário reparável substituído num LRU, SRU, PRU ou SPRU

**TFRT** - Taxa de Falha Total de um subsistema

**TO** - Tempo Operacional

**TOH** - Tempo médio em operação gasto em porto estrangeiro

**TOS** - Tempo médio operacional em missões *Search And Rescue*

**TOW** - Tempo médio operacional em guerra por SOI em horas por ano

**TRCCMRP** - Valor de custo médio para ações de transporte por ano devido a ações de CM

**TSB** - Tempo médio de operação em *stand-by*

**TSS** - Tempo médio em *stand-still*

**TYPE** - Tipo

## 1. Introdução

Um dos principais desafios da gestão das políticas públicas de segurança e defesa reside no facto de ser cada vez mais evidente a impossibilidade de desenhar políticas eficazes e legítimas sem um quadro de parcerias, alianças e mandatos de organizações internacionais (Duarte et al., 2015). Em Portugal é notória a importância do sistema de Alianças que se estabeleceu (Silva, 2010; Ferreira, 2013) e, em particular, o Conceito Estratégico de Defesa Nacional 13 assume que a Aliança Atlântica se constitui como crucial para a segurança e defesa de Portugal (CEDN, 2013).

A área da Defesa, marcada pela limitação de recursos e maior exigência de gestão (FAP, 2017c) resultantes da crise económica e financeira de 2008, deve continuar a desempenhar as suas funções com igual qualidade (Navarro-Galera et al., 2014).

Posto isto, torna-se necessário o desenvolvimento e aplicação de metodologias que conduzam a tomadas de decisão mais eficazes e eficientes, nomeadamente referentes à gestão dos gastos públicos, e, em particular, dos investimentos militares (Navarro-Galera et al., 2014).

A Força Aérea Portuguesa (FA), enquadrada no seio da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), deve comprometer-se com as *guide lines* prescritas pela mesma. Através do *Allied Life Cycle Cost Publication* (ALCCP-01), a OTAN indicou como os Aliados poderiam aplicar o *Life Cycle Costing*, enquadrado no *Life Cycle Management*.

Esta metodologia, ao possibilitar a previsão dos recursos que serão necessários no futuro com qualquer Sistema de Interesse, consubstancia-se num instrumento de gestão capaz de fornecer informação útil, tanto para o planeamento, como para a tomada de decisão.

No âmbito da FA, as tomadas de decisão referentes às aeronaves devem ser realizadas de forma rigorosa e consciente, dado que esses investimentos têm repercussões imediatas, como também o terão nas gerações vindouras (Martins, 2015).

Revela-se premente perceber como esta metodologia poderia ser adotada no seio da FA, e é neste sentido que surge o contributo deste trabalho, isto tendo presente a literatura já existente. Para além de todo o enquadramento atualizado da metodologia, é feita uma análise crítica à Organização a fim de compreender se se encontra preparada para a implementação do *Life Cycle Costing*, quer do ponto de vista organizacional, quer ao nível da recolha e tratamento da informação, quer dos sistemas de informação existentes.

Realizou-se posteriormente, com recurso a métodos empíricos (regras empíricas e opinião de especialistas) e de cálculo/ previsão (análise gráfica e de correlações), uma primeira aplicação da metodologia ao Sistema de Armas F-16, tendo como base os dados recolhidos desde 2009 a 2017.

Pelo estudo realizado, foi possível concluir que a Força Aérea Portuguesa, com base na sua doutrina, procedimentos desenvolvidos e estrutura organizacional, se depara com alguns desafios para que seja possível uma aplicação sustentada e consistente desta metodologia.

De entre as soluções propostas destacam-se as seguintes: elaboração de reestruturações organizacionais, atribuição de competências na área da gestão do ciclo de vida dos SA, clarificação transversal na Força Aérea Portuguesa desta metodologia, com a definição dos procedimentos para a recolha dos Fatores de Custo (FC) definidos e integração da informação relevante para o cálculo do *Life Cycle Cost* (LCC), quer pela implementação da NCP 5 do SNC-AP, quer pela migração dos diferentes sistemas de informação (SIGMA-ABAST, SIAGFA-GESTMAT e SIPAV) para o SIGDN.

No que diz respeito ao caso prático realizado, apesar das limitações e dificuldades sentidas, este permitiu comprovar o que já era expectável pelo diagnóstico e análise crítica do sistema. No entanto, foi possível avaliar os Fatores de Custo recolhidos e, em particular, detetar o comportamento autoregressivo das variáveis Reparações e Revisões e Material Consumido na Unidade bem como inferir pistas futuras de investigação.

A serem seguidas as soluções propostas, certamente nos anos vindouros aplicações empíricas mais robustas desta metodologia serão possíveis.

Este trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos. No primeiro, a introdução, é feita referência ao tema em estudo, bem como são apresentados o contexto e a motivação para a realização do mesmo. No segundo capítulo é apresentada a revisão de literatura, com base na teorização desenvolvida pela OTAN, onde são abordados tanto conceitos essenciais à aplicação da metodologia, bem como é apresentado um caso prático. No terceiro capítulo é exposto o objetivo de investigação e a metodologia de investigação seguida. No quarto capítulo é feita uma análise à forma como a FA gere os seus Sistemas de Armas, comparando-a com a teorização prescrita pela OTAN e identificando, para além disso, propostas de melhoria que permitam uma posterior implementação do *Life Cycle Costing*. No quinto capítulo é apresentado o sistema de armas F-16 e um primeiro modelo de *Life Cycle Costing* ainda que bastante limitado. Por fim são apresentadas as conclusões, terminando-se com as recomendações e sugestões de trabalhos futuros.

## **2. Revisão de Literatura**

A aplicação da metodologia *Life Cycle Costing* às aeronaves da Força Aérea Portuguesa, tomando como exemplo a aeronave F-16, requer o conhecimento prévio da metodologia propriamente dita, bem como das especificidades associadas à aeronave. Neste capítulo serão apresentados os conceitos teóricos que fundamentam e que servem de base à investigação.

Por uma questão de rigor e uniformização preservou-se a conceptualização em inglês.

## 2.1. Considerações gerais e conceitos

O ciclo de vida, de acordo com a ISO/IEC/IEEE (2015), pode ser descrito como a evolução de um sistema, produto, serviço ou projeto desde o momento da sua conceção até à sua remoção. Trata-se, por isso, de uma abordagem *cradle to grave* (GAO, 2009). Este varia de acordo com a natureza, uso e circunstâncias do Sistema de Interesse<sup>1</sup> (SOI) (ISO/IEC/IEEE, 2015).

O ciclo de vida de muitas categorias de Sistemas de Armas (SA) tem aumentado, em particular, as aeronaves experimentam em média uma vida útil de aproximadamente 20-30 anos. Tal exige uma maior atenção à monitorização dos custos de Operação e Sustentação (O&S) à medida que aumenta a idade desses sistemas (Gary et al., 2014).

Fora do domínio da Defesa, organismos como o *International Electrotechnical Commission* (IEC), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *Federal Aviation Administration* (FAA) publicaram os primeiros guias sobre a análise do *Life Cycle Costing* (Smit, 2009, 2012). No entanto, as particularidades associadas aos ciclos de vida dos SA da Defesa, aliadas ao facto de que a natureza das futuras aquisições será cada vez mais orientada de forma multinacional, tornou necessária a criação de uma abordagem comum para gerar um LCC, realista e consistente (Smit, 2009, 2012). Para dar resposta a esta lacuna, ao nível da OTAN foi desenvolvido um quadro teórico, com vista à análise do LCC num ambiente de defesa multinacional (Smit, 2009, 2012; OTAN, 2007a).

O total de custos que são incorridos por um determinado SOI durante o seu ciclo de vida representa o seu LCC, enquanto que as metodologias para efetuar a sua análise são várias: *Total Ownership Costs* (TOC), *Whole Life Costing* (WLC) e *Life Cycle Costing* (Smit, 2012). O objetivo da metodologia condiciona os próprios custos que se pretendam considerar. No esquema que se segue apresentam-se as diferentes metodologias, sendo o *Life Cycle Costing* o alvo deste trabalho, tratado em maior pormenor no subcapítulo seguinte.

$$\textit{Life Cycle Costing} = \textit{Custos Diretos}^2 + \textit{Custos Indiretos}^3 \textit{Variáveis}^4$$

$$\textit{TOC} = \textit{Life Cycle Costing} + \textit{Custos Indiretos Fixos Ligados}$$

$$\textit{WLC} = \textit{TOC} + \textit{Custos Indiretos Fixos não Ligados}$$

Para além da conceptualização desenvolvida pela OTAN, o conceito de ciclo de vida é comum a várias áreas do conhecimento o que acarreta metodologias diversas, nomeadamente o *Life Cycle*

---

<sup>1</sup> Um Sistema de Interesse é um sistema/produto cujo ciclo de vida está a ser analisado (ISO/IEC/IEEE, 2015).

<sup>2</sup> Custos que podem ser alocados ao SOI.

<sup>3</sup> Custos que podem ser associados a vários SOI.

<sup>4</sup> Custos que variam consoante as características dos SOI.



*Assessment* (LCA). Este visa compilar e avaliar os impactos ambientais do SOI ao longo do seu ciclo de vida, podendo ser usado como uma ferramenta comparativa face a alternativas com função comum (Durairaj et al., 2002).

## **2.2. Metodologia *Life Cycle Costing***

Assiste-se atualmente, por parte de alguns países, a um maior esforço para a implementação do *Life Cycle Costing* na avaliação dos seus projetos de investimento, sendo esta metodologia mais comumente utilizada em equipamentos militares (Navarro-Galera et al., 2011) e na construção civil (Woodward, 1997).

É considerada internacionalmente como uma poderosa ferramenta para fomentar a eficiência dos investimentos militares e medir o seu valor (Griffiths, 2011; OTAN, 2007a, 2009).

Consiste no processo de agregar, interpretar e analisar dados, aplicando ferramentas quantitativas e técnicas para prever os recursos que no futuro serão necessários em qualquer fase do ciclo de vida do SOI (OTAN, 2003; 2009). Para além disso, fornece uma visão exaustiva e estruturada de todos os recursos e elementos de custo necessários para desenvolver, produzir, implementar e sustentar um determinado SOI (GAO, 2009).

De acordo com a OTAN (2007, 2009), o *Life Cycle Costing* não deve ser considerado como uma tarefa pontual, antes deve ser reconhecido como uma atividade contínua ao longo do ciclo de vida por forma a avaliar todas as mudanças do SOI.

O ALCCP-01 (OTAN, 2018a), sugerido pela *Standardization Recommendation* (STANREC) 4755 (OTAN, 2018b) é o guia genérico mais recente que trata da aplicação e implementação da metodologia *Life Cycle Costing* para o cálculo e estimativa dos custos do ciclo de vida. Fornece aos decisores das diversas nações, órgãos e agências da OTAN um entendimento comum da estimativa do LCC inserido na estrutura do *System Life Cycle Management* (SLCM).

A *NATO Policy for Standardization* apela ao uso de normas civis tanto quanto possível e nesse sentido a OTAN recorre à norma ISO 15288 *System Engineering – System Life Cycle Process*, que fornece uma estrutura geral neutra para os processos de aquisição de cada nação (OTAN, 2013).

Apesar de esta recomendar a análise de seis fases<sup>5</sup> do ciclo de vida: *Concept, Development, Production, Utilization and Support, Retirement* (ISO/IEC/IEEE, 2015), a OTAN (2015), através

---

<sup>5</sup> O ciclo de vida de qualquer SOI pode ser decomposto em fases (OTAN, 2007b), sendo que cada uma tem um propósito e contributo diferentes para a totalidade do ciclo de vida (ISO/IEC/IEEE, 2015). Esta abordagem é motivada pela facilidade de trabalhar em partes, articulada ao facto de ajudarem a identificar incertezas e riscos associados a custos, objetivos gerais e tomada de decisão.

do AAP-20, adicionou a fase *Pre-Concept* e definiu a transição entre fases por forma a assegurar que o SOI progride com sucesso. Esta transição ocorre através de *milestones* de cada fase e dos *decision gates* entre fases, como se pode verificar pela seguinte figura 1 (OTAN, 2018a).

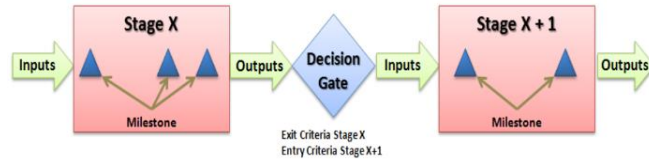


Figura 1 – Transição entre as fases do ciclo de vida  
Fonte: OTAN (2016)

Em cada *decision gate*, no que concerne às fases do ciclo de vida, são suscetíveis de ocorrer três situações: ou se retoma a anterior, ou se continua a atual fase, ou se avança para a seguinte.

Em relação ao programa/projeto, este pode continuar ou terminar.

O AAP-48 define, também com base na ISO 15288, um conjunto de processos relevantes a serem aplicados nas fases do ciclo de vida prescritas pelo AAP-20 (OTAN, 2013, 2016).

O ALCCP-01 (OTAN, 2018a) aborda a questão dos SOI adquiridos em estado de uso, explicitando quer as fases existente nesses casos, quer os cuidados a ter em cada uma delas. Tais conteúdos encontram-se detalhados no Anexo A.

Sob o ponto de vista da FA, apesar do ciclo de vida dos SA se iniciar quando estes já se encontram conceptualizados<sup>6</sup>, é possível a adição de alguns requisitos, recorrendo-se ao mercado internacional para os adquirir. Na figura seguinte apresenta-se um paralelismo entre as fases do ciclo de vida de SA de acordo com a ISO 15288 e sob o ponto de vista da FA.

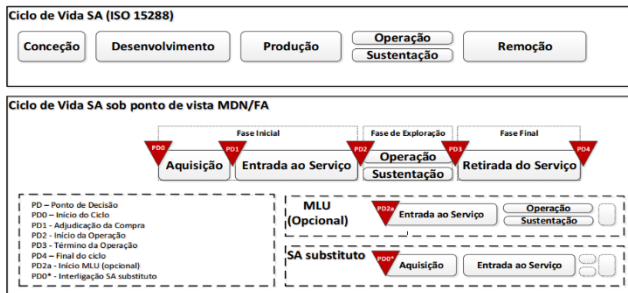


Figura 2 - Ciclo de vida dos Sistemas de Armas  
Fonte: Pinto (2015)

Apesar das fases do ciclo de vida serem representadas na figura 2 como independentes, não sobrepostas e sequenciais, estas, na prática, podem ser interdependentes, sobrepostas e concorrentes (INCOSE, 2015; OTAN, 2018a).

Em cada fase, o LCC deve apoiar os *stakeholders* na tomada de decisões face às opções que lhes são apresentadas. Essas opções podem incluir a avaliação de gastos futuros, comparação entre soluções alternativas, gestão de orçamentos existentes, opções de aquisição e avaliação de oportunidades de redução de custos (OTAN, 2009).

<sup>6</sup> À exceção dos SA não tripulados desenvolvidos na Academia da Força Aérea.

No entanto, deve ter-se em conta que as maiores oportunidades para reduzir os custos do ciclo de vida geralmente ocorrem durante as suas fases iniciais, como demonstra a figura 3, estando assim em causa a procura do melhor compromisso entre desempenho, custo e tempo (INCOSE, 2015; OTAN, 2007a, 2009; Smit, 2009, 2012). Nesse sentido, Farr (2012) defende que, especialmente para as técnicas aplicáveis no início do ciclo de vida, mais pesquisa deve ser feita para melhor determinar o LCC dos SOI.

Por sua vez, Emblemavag (2003) afirma que uma gestão eficaz e eficiente dos custos é uma gestão proativa, na qual estes são eliminados na fase de compromisso e não reduzidos na fase de execução (gestão reativa).

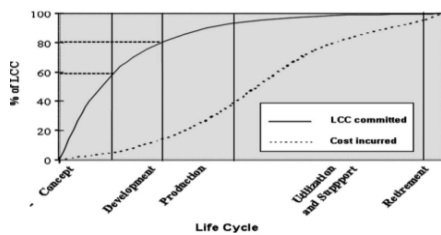


Figura 3 - Curva de LCC comprometidos versus incorridos

Fonte: Smit (2012)

### 2.3. Processo de estimativa do *Life Cycle Cost*

De acordo com o *Code of Practice for Life Cycle Costing* (OTAN, 2009), a NATO ALP-10 afirma que todos os programas multinacionais devem implementar um programa de *Life Cycle Costing*. Navarro-Galera et al. (2014), tendo em conta as declarações dos organismos internacionais, consideram que um sistema de avaliação económica de investimentos militares é suficientemente desenvolvido se incluir um conjunto de requisitos: tomada de decisão e procedimentos; métodos e modelos de estimativa de custos; *Cost Breakdown Structure* (CBS); risco e incerteza e indicadores de desempenho.

O processo de estimativa do LCC é influenciado pela natureza e complexidade do SOI, pela fase do ciclo de vida e pela disponibilidade dos dados (OTAN, 2018a).

A OTAN (2007a) propôs a primeira sequência de etapas genéricas para a obtenção de uma estimativa do LCC e em 2018, recomendou uma atualização da mesma (OTAN, 2018a). Este processo é descrito em seguida e pode ser visualizado esquematicamente na figura 4.

Antes de qualquer atividade de custeio é essencial estabelecer um plano por forma a fornecer aos *stakeholders* uma compreensão comum e transparente da abordagem, ações a seguir e responsabilidades. Este plano deve ser visto como um acordo atualizado entre as partes envolvidas e os documentos associados (por exemplo: requisitos do utilizador).

Esse plano inclui um *Cost Estimation Requirements Document* (CERD) que, entre outras atribuições, documenta os pressupostos; apresenta descrições técnicas, funcionais e físicas dos elementos do programa; fornece um *timeline* para desenvolvimento e aquisição, especifica o número de itens a serem adquiridos e define a duração do ciclo de vida do SOI.

Este CERD deve ser atualizado à medida que o programa progride, ou seja, desde a identificação de uma necessidade de missão, até à identificação de alternativas, por forma a apresentar o quadro mais preciso do programa. Para além disso, é possível que partes do mesmo CERD se encontrem em diferentes pontos de desenvolvimento: algumas partes do CERD podem conter detalhes sobre elementos de custo bem conhecidos e definidos, enquanto outras partes podem ainda estar sujeitas a pesquisas de engenharia ou restrições externas, por exemplo.

O processo de estimativa de custos é um processo longo e iterativo que envolve o trabalho de uma *Cost Integrated Project Team* (CIPT) em estreita coordenação com o Gestor do Programa e outras equipas onde as responsabilidades de cada um devem estar claramente definidas.

As estimativas do LCC devem ser preparadas, conduzidas e analisadas por pessoas com experiência adequada. Os pressupostos adotados para colmatar a falta de informação ou dados devem ser completamente documentados e a sua validade deve ser verificada ao longo do ciclo de vida do programa. O recurso a análises de sensibilidade é recomendado por permitir verificar se o efeito da mudança das principais premissas (em relação ao resultado das alternativas) pode ser destacado.

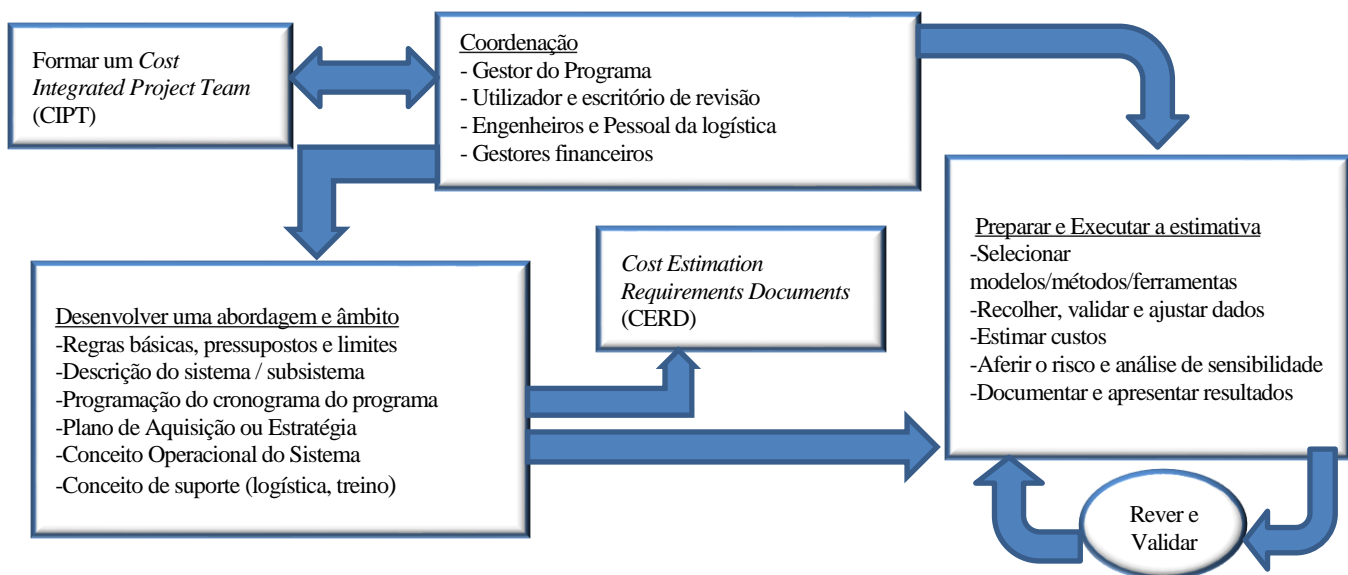


Figura 4 - Abordagem Analítica para o Processo de Estimativa do LCC

Fonte: Adaptado de OTAN (2018a)

No que concerne ao método escolhido, como será referido numa fase posterior deste trabalho, este é, na maioria dos casos, influenciado diretamente pela disponibilidade e qualidade dos dados, que, por sua vez, variam consoante a maturidade do programa. Assim, dependendo do âmbito, do objetivo, do nível de detalhe solicitado e do esforço necessário para obter a estimativa, os *stakeholders* serão aconselhados pela CIPT e acordarão acerca do método mais adequado.

Em relação à recolha dos dados, uma vez que existem variadas fontes para obtenção dos mesmos, com diferente qualidade, informação e quantidade, deve ser estabelecido entre os *stakeholders* e a CIPT o âmbito e o objetivo da estimativa, tendo presente que a disponibilidade e consistência destes terão grande influência na estimativa e, conseqüentemente, nos resultados.

A estimativa de custo obtida deve ser revista e validada e o modelo usado para estimar o LCC do SOI deve ser calibrado periodicamente, à medida que o programa amadurece tecnicamente. A validação e a calibração devem ocorrer em todas as fases do programa.

Ao longo do processo é necessária a identificação e avaliação de restrições à aplicação do *Life Cycle Costing*, que podem consistir na indisponibilidade de dados, restrições de tempo colocadas aos decisores, recursos limitados e adequados para suportar a metodologia, entre outros (OTAN, 2018a).

### **2.3.1. Recolha e Processamento dos dados**

Como referido por Smit (2009, 2012) e descrito mais recentemente pela OTAN (2018a), o *Life Cycle Costing* é um processo orientado por dados, sendo a sua recolha o processo crucial. Características como a quantidade dos dados disponíveis definem os métodos e modelos a utilizar, que análises podem ser feitas e determinam a credibilidade e utilidade dos resultados que podem ser alcançados (OTAN, 2018a).

A OTAN (2018a) sugere cinco etapas básicas para a recolha de dados:

- a. Compreender completamente a tarefa para a obtenção da estimativa;
- b. Estabelecer o CBS;
- c. Compreender as técnicas de estimativa e as necessidades de recolha de dados;
- d. Desenvolver um plano para a recolha de dados;
- e. Recolher os dados.

A lista de todos os elementos de custo a serem considerados num projeto é definida ou organizada num CBS, tendo este um duplo uso, ao servir também de *checklist* dos custos que têm de ser estimados. O desenvolvimento do CBS é um processo interativo e em constante atualização devido à evolução dos *inputs* e ao uso de diferentes métodos, técnicas e ferramentas (OTAN, 2018a).

Idealmente, a recolha de dados deveria ser baseada num sistema completamente estandardizado e automático de modo a melhorar a qualidade e a precisão da estimativa do LCC, reduzir o esforço necessário para a obter, tornar o cronograma que conduz à estimativa mais curto e obter dados para uso adicional do próprio sistema ou de sistemas comparáveis (OTAN, 2018a).

Todos os custos devem ser reportados ao momento em que as decisões de investimento têm de ser tomadas, o que permite visualizar os custos ocultos que, de modo algum, são insignificantes (Estevan & Schaefer, 2017). Tal encontra-se representado na figura 5.

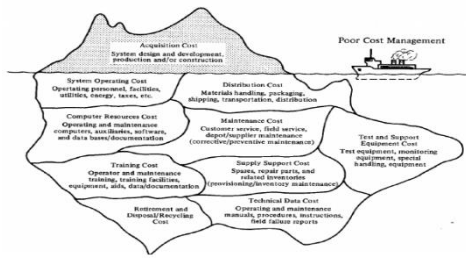


Figura 5 - Iceberg do *Life Cycle Costing*

Fonte: OTAN (2009)

Esta análise pressupõe assim a identificação e monitoração dos FC mais significativos, associados aos principais indicadores de desempenho ou requisitos do utilizador (OTAN, 2007a). Esses viabilizam uma tomada de decisão precisa, consistente e atempada e tornam possível uma economia de custos (Samarakoon et al., 2012; Smit, 2009, 2012), o que faz com que as tomadas de decisão sejam suscetíveis de ser mais acertadas, com maior impacto no LCC (Sydor et al., 2014).

**2.3.2. Métodos e Modelos para o *Life Cycle Costing***

Para cada elemento de custo, como parte do CBS, deve ser escolhido o método ou modelo apropriado, a fim de se estimar o custo em causa (OTAN, 2018a). A tabela I demonstra a sua categorização e os mais apropriados para a obtenção do LCC.

**Tabela I - Modelos e Métodos**

Categoria de métodos	Métodos
Otimização	Programação linear
	Heurísticos
Simulação	Sistemas Dinâmicos
	Simulação de Eventos Discretos
	Monte Carlo
Cálculo/ Previsão	Analogia
	Paramétricos
	Bayesianos
	Engenharia
	Catálogo
Apoio à Decisão	Processo Analítico Hierárquico
	Análise de Decisão Multicritério
Empírico	Regras Empíricas
	Opinião de Especialistas

Fonte: Adaptado de OTAN (2007a)

Farr (2012) indica que as técnicas a aplicar para estimar o custo do SOI dependem da fase do ciclo de vida em que este se encontra. A OTAN (2007a, 2018a) aponta os melhores métodos a usar em

cada fase do ciclo de vida, não sendo nenhum deles de uso obrigatório. Para além da disponibilidade dos dados consistir no fator mais importante para a escolha do método a utilizar, recomenda o uso de um segundo método por forma a potenciar a confiança na estimativa obtida. A ISO/IEC/IEEE (2015) não prescreve um modelo do ciclo de vida que possa ser usado de forma estandardizada, mas define antes um conjunto de processos que podem ser usados na definição do ciclo de vida do sistema.

Um Modelo de Custo consiste num conjunto de relações matemáticas e/ou estatísticas organizadas numa sequência sistemática para formular uma metodologia de previsão de custo na qual os *outputs*, ou seja, as estimativas de custo, advém dos *inputs*. Constitui uma abstração da realidade e pode ser usada para calcular o custo total ou parcial de um ciclo de vida. É igualmente recomendado o uso de um segundo modelo (OTAN, 2007a, 2018a).

### **2.3.3. Risco e incerteza**

Em 1983 Gupta aferiu que as incertezas técnicas no LCC aumentam com a maior complexidade do SOI, com a utilização de novas tecnologias e com a falta de dados e de métodos precisos para estimar os custos, o que pode resultar num grande aumento dos mesmos. Para qualquer produto (existente, modificado parcialmente ou novo) existe sempre uma faixa de incerteza, geralmente maior para um produto novo.

A OTAN (2007) evidencia que o *Life Cycle Costing* não é uma ciência exata, extraindo-se dele apenas uma perceção dos principais FC e da magnitude dos custos. O seu cálculo, por originar uma estimativa de base do orçamento necessário para o SOI, não deve ser um valor único, mas antes uma distribuição de possíveis valores, tornando a estimativa estocástica e não determinística (GAO, 2009; OTAN, 2018a).

A OTAN (2018a) salienta ainda que uma estimativa de custo expressa como um único número é incompleta. Daí decorre que a forma da distribuição se encontra marcada pela existência de incerteza<sup>7</sup> e risco<sup>8</sup>, independentemente da ferramenta de estimativa ou método utilizado, pelo que para estimar com máxima precisão os custos futuros, o cálculo da incerteza e risco tem de ser realizado (OTAN, 2007a, 2009, 2012, 2018a).

---

<sup>7</sup> A incerteza consiste na variância associada aos dados disponíveis e aos pressupostos assumidos (OTAN, 2009).

<sup>8</sup> O risco é a probabilidade de ocorrência de eventos desfavoráveis e as consequências negativas associadas (OTAN, 2009).

## 2.4. Evidência Empírica

Para Kirkpatrick (2008), qualquer país deve garantir que as decisões sobre investimentos da Defesa Nacional sejam baseadas em critérios militares e económicos apropriados. Navarro-Galera et al. (2011) acrescentam que o *Life Cycle Costing* pode ser útil nesse âmbito.

A primeira aplicação do *Life Cycle Costing* remete para década de 1960 (Sherif & Kolarik, 1981; Emblemavag, 2003) pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA), após se ter aferido que os custos de O&S dos SA representavam cerca de 75% do custo total, enquanto que os custos de aquisição eram pouco significativos (Asiedu & Gu, 1998; Gupta, 1983; Gupta & Chow, 1985).

O *Life Cycle Costing* surgiu, assim, com o propósito de apoiar a tomada de decisão em relação a aquisições, ou seja, para ser usado do ponto de vista do cliente/utilizador. Permite seleccionar, entre alternativas concorrentes, a que acarreta menor consumo acumulado de recursos ao longo da sua vida útil, independentemente de ser ou não a que apresenta menor custo de aquisição (OTAN, 2012; Smit, 2009, 2012; Woodward, 1997). Para além disso, o *Life Cycle Costing* fornece instrumentos para medir eficiência, tornando possível identificar a origem das despesas e consequentemente possibilidades de poupança (Navarro-Galera et al., 2011; Navarro-Galera et al., 2014; Navarro-Galera et al., 2016).

No que diz respeito ao ponto de vista do fornecedor, salienta-se o facto de que fornecedores que atribuam relevo ao *Life Cycle Costing* para responder aos requisitos específicos dos clientes, poderão obter vantagem competitiva perante os demais (Dunk, 2004; Woodward, 1997), com a condicionante de que a qualidade das informações disponíveis afeta a capacidade destes para executar o cálculo de custos do ciclo de vida (Korpi & Timo, 2008).

O *Life Cycle Costing* pode ainda ser usado como base para futuros orçamentos da Defesa Nacional (Melese et al., 2007). Esta metodologia, que poderá proporcionar uma visão de longo prazo (Ferrin & Plank, 2002), apoia na avaliação da sustentabilidade financeira de programas e na alocação de orçamento (Sokri, 2014) ao destacar que financiamento é necessário num determinado momento (GAO, 2009).

A adequabilidade dos sistemas usados para a avaliação económica de investimentos militares, que permitam a aplicação do *Life Cycle Costing*, foi estudada em escala internacional por vários autores, nomeadamente Navarro-Galera et al. (2011) e por Navarro-Galera & Maturana (2011). Desta análise resultou que, embora alguns países tenham já aplicado metodologias semelhantes à supracitada, várias são as falhas técnicas encontradas. Foi apontado pelos autores que, em geral, os regulamentos e procedimentos relativos à avaliação de investimentos militares a nível internacional não satisfazem os requisitos técnicos para a aplicação sistemática do *Life Cycle Costing*,



especialmente devido a: ausência de métodos de revisão, validação e atualização das estimativas de custo; ausência de procedimentos normalizados para definir as bases, restrições e pressupostos gerais sobre cenários de estimativa de custo; inexistência de CBS standardizados; ausência de processos sistemáticos e ferramentas estatísticas necessárias para a medição confiável e avaliação de risco e incerteza e ausência de bases de dados históricas de projetos anteriores a partir dos quais se poderiam obter conhecimentos com base na experiência.

As ditas falhas podem resultar de alguns dos seguintes fatores: resoluções políticas insuficientes para produzir o desenvolvimento necessário de regulamentos apropriados; falta de emissão de normas e criação de organizações de avaliação a um nível técnico; normas atuais mais orientadas para o controlo da legalidade do que para uma utilização eficiente dos recursos; *Life Cycle Costing* insuficientemente enraizado nas organizações, associado ao escasso conhecimento do mesmo; preparação técnica limitada e a atitude dos responsáveis desalinhada com a estimativa de LCC; escassez de iniciativas para a criação de indicadores específicos de desempenho para aplicação desta metodologia na avaliação de investimentos (OTAN, 2009, 2012; Navarro-Galera et al., 2011; Navarro-Galera et al., 2016; Tysseland, 2008).

**2.4.1. Adesão ao *Life Cycle Costing***

O grupo de trabalho SAS-076 (OTAN, 2012) avaliou o grau de uso e o papel desempenhado pela análise do *Life Cycle Costing* durante as várias etapas de planeamento e aquisição da Defesa para sete países. O Canadá, a Turquia, os EUA, a Suécia, Noruega, Alemanha e Holanda apresentaram detalhes acerca da sua visão geral de gestão da Defesa, o quadro estratégico, as necessidades e soluções, léxico e taxonomia e, por último, o papel da análise dos custos do ciclo de vida. É neste último ponto que se foca este subcapítulo.

Das sete nações, apenas o Canadá utiliza o *Life Cycle Costing* para identificar as necessidades da Defesa, para a programação e orçamentação da Defesa e para a aquisição de soluções materiais.

Conforme indicado pela legenda na Figura 6, a cor verde indica que a análise do LCC é geralmente realizada e desempenha um papel na tomada de decisão, enquanto que o vermelho indica o oposto - o custeio do ciclo de vida não é tido em consideração.

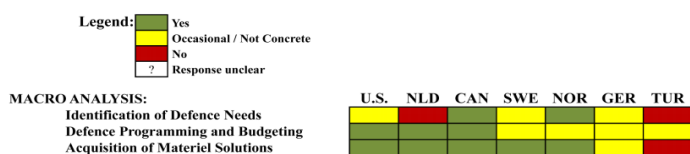


Figura 6 - Análise macro do papel da análise do LCC no planeamento da Defesa

Fonte: OTAN (2012)

No Canadá, como parte do processo de planeamento baseado em capacidades, os custos do ciclo de vida são tidos em consideração durante a fase de identificação de necessidades da Defesa. Durante a fase de programação e orçamentação, estes custos são usados durante o processo de decisão e priorização de alternativas. Assim, como noutros países da OTAN, a maioria das análises

do custo do ciclo de vida do Canadá ocorrem durante a fase de aquisição. Modelos comparativos de custo do ciclo de vida são empregues a certos programas de aquisição de modo a avaliar as propostas da indústria. No entanto, os custos do ciclo de vida são frequentemente menos valorizados que o custo de aquisição durante a seleção de propostas.

## **2.5. Exemplo Prático da OTAN**

O NATO RTO SAS-076 (OTAN, 2012) visou estabelecer um novo modo de trabalho cooperativo dentro da comunidade internacional, através do cruzamento de ideias, dados, experiências e perspectivas nos projetos multinacionais, dado que, até então, as nações desenvolviam individualmente as estimativas do custo do ciclo de vida para programas de aquisição de interesse mútuo. Tal feito daria resposta a uma das principais recomendações do SAS-054 (OTAN, 2007a). Uma *Independent Cost Estimate* (ICE) foi gerada para o *Alliance Ground Surveillance* (AGS) da OTAN e para os *Royal Netherlands Navy Landing Platform Dock* (LPD): *Her Majesty Ship* (HMS) *Rotterdam* e *HMS Johan de Witt*, tendo o foco incidido primeiramente na estimativa dos custos de aquisição para ambos os SOI, num exercício *ex ante* e *ex post* respetivamente, e no caso do *HMS Rotterdam* também na estimativa dos custos de O&S, num exercício *ex ante*. O exemplo aqui apresentado descreve este último caso. Os custos de infraestruturas não foram considerados.

Primeiramente foi caracterizado brevemente o SOI em análise e foi apresentada a metodologia empregue. Esta compreendia o uso de métodos paramétricos, analogia e métodos de engenharia *Bottom up*. Foram definidos o objetivo de estudo e a panorâmica do mesmo.

O método de engenharia, *Bottom up*, que é o apresentado, utilizou os dados do *Royal Netherlands Navy* (RNLN) e o CBS recomendado no SAS-054.

O SAS-076 conseguiu produzir uma estimativa para os custos de O&S. No entanto, os dados fornecidos pelo RNLN não foram suficientes para produzir uma estimativa de custo confiável. Dividindo o custo do ciclo de vida do navio *HMS Rotterdam* em custos de aquisição (incluindo os custos de desenvolvimento e produção) e custos de O&S, a SAS-076 estimou que os custos de O&S ao longo de 30 anos de serviço representam 84% do custo total do ciclo de vida.

A descrição propriamente dita do caso prático encontra-se no Anexo B.

## **3. Objetivo de Investigação e Metodologia Adotada**

A aplicação do *Life Cycle Costing*, que tanto tem de atual como de desafiante, e face à existência de poucos trabalhos que tratem esta metodologia na FA, torna necessária uma delimitação precisa desta investigação.

Assim, o presente estudo pretende dar um contributo para a aplicação do *Life Cycle Costing* na FA e para isso encontra-se dividido em duas partes.

Em primeiro lugar, foi feita uma análise à forma como a FA gere os seus SA, comparando-a com a teorização prescrita pela OTAN, e identificando, para além disso, propostas de melhoria que permitam uma posterior implementação do *Life Cycle Costing*.

Em segundo lugar, procurou-se, seguindo o exemplo da OTAN (2012), apresentar uma primeira aplicação do *Life Cycle Costing* para uma frota da Força Aérea, a frota F-16.

Em relação à metodologia propriamente dita, o trabalho empírico efetuado assenta numa metodologia de estudo de caso na medida em que se procura o entendimento da realidade sobre um determinado objeto (Yin, 2011), sendo a FA a organização alvo.

Como recomendado por Yin (2009), foram seguidos três princípios na recolha de dados: uso de múltiplas fontes de informação, criação de uma base de dados e a manutenção da cadeia de evidências. A estes três princípios estão associados, respetivamente, os conceitos de: triangulação, confiabilidade e controlo de qualidade.

Primeiramente, foram realizadas duas entrevistas de carácter exploratório a dois militares da FA, visando uma delas obter enquadramento acerca do posicionamento da FA face à metodologia *Life Cycle Costing*, e a segunda explicação de carácter mais técnico sobre o funcionamento do SA F-16 e acerca dos dados suscetíveis de serem obtidos para a realização do presente estudo.

A recolha de informação para fazer face aos dois objetivos encetados consistiu na análise documental de legislação, de documentos da FA e da OTAN, bem como de relatórios e publicações internas, tais como manuais referentes ao F-16.

Recorreu-se para além disso à realização de entrevistas, destinando-se estas a aferir as motivações, experiências ou opiniões (Haro et al., 2016). Procurou-se, assim, melhor compreender o papel dos intervenientes na gestão do ciclo de vida dos SA e a discussão das vantagens que esta metodologia poderia trazer para a Organização. A escolha das entidades a entrevistar teve em consideração a sua experiência passada ou atual, estando estas identificadas no Anexo C.

Em relação ao segundo objetivo proposto foram recolhidos dados de fontes documentais da Organização nomeadamente, dos Anuários Estatísticos da FA, do Relatório Anual de Atividades de 2017, do Custo da Hora de Voo (CHV) e dos Relatórios Anuais de Manutenção de Aeronaves. Foram também extraídos dados diretamente da Plataforma Única de Sistemas de Informação – Módulo de Gestão de Manutenção (PLUSMGM), Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN) e do Sistema de Informação e Processamento Automático de Vencimentos (SIPAV).

A falta de dados foi colmatada através do pedido de informação, de forma informal, a militares que detivessem acesso à mesma, nomeadamente junto do Centro de Gestão da Manutenção (CGM) da Base Aérea n.º 5 (BA5) e do Administrador de Informação da Área Logística (adIAL).

## 4. Aplicação do *Life Cycle Costing* na Força Aérea

### 4.1. Caracterização da Força Aérea Portuguesa

Pelo art.º 1.º da Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA<sup>9</sup>) e em concordância com o art.º 4.º da Lei Orgânica do Ministério da Defesa Nacional (LOMDN<sup>10</sup>), a Força Aérea Portuguesa é um ramo das Forças Armadas, dotado de autonomia administrativa, que se integra na administração direta do Estado através do Ministério da Defesa Nacional (MDN).

A FA encontra-se organizada numa estrutura vertical e hierarquizada tal como preconizado no art.º 6.º da Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA<sup>11</sup>). Tem por missão participar de forma integrada na defesa militar da República e na defesa do espaço aéreo nacional, ao abrigo do art.º 275.º da Constituição da República Portuguesa (CRP<sup>12</sup>) e em concordância com art.º 2.º LOFA.

### 4.2. Legislação e Doutrina

A Diretiva n.º 04/17 do Chefe do Estado-Maior da FA (CEMFA) estatui as linhas orientadoras para a elaboração do Plano Anual de Atividades (PAA) da FA e é o documento de referência no âmbito do planeamento no sexénio 2017/2022, devendo ser revista anualmente. No seu primeiro anexo relaciona as Atividades com um conjunto de ações a desenvolver que têm como finalidade a consecução dos Objetivos Operacionais. O Objetivo Operacional 1 (OB1: Operar e Sustentar com eficácia os Sistemas de Armas) tem na sua quarta Atividade (A.1.4: Sustentação dos Sistemas de Armas), que uma das ações a desenvolver passa pela “análise e gestão da integridade total das aeronaves através de ações de seguimento do ciclo de vida e de fadiga (...)” (FAP, 2017b, p. A3). Um dos Órgãos Centrais de Administração e Direção da Força Aérea é o Comando da Logística da Força Aérea (CLAFA) que tem por missão “administrar os recursos materiais (...) da Força Aérea, para a execução dos planos e diretivas aprovados pelo CEMFA e garantir o cumprimento dos requisitos para a certificação da navegabilidade das aeronaves militares” (art.º 15.º da LOFA, p. 6416). Na dependência do CLAFA, pelo art.º 15.º da LOFA, encontram-se duas Direções, Direção de Manutenção de Sistemas de Armas (DMSA) e a Direção de Engenharia e Programas (DEP), que abordam a gestão dos SA ao longo do seu ciclo de vida (Saúde, 2009).

---

<sup>9</sup> Decreto-Lei n.º 187/2014, de 29 de dezembro.

<sup>10</sup> Decreto-Lei n.º 183/2014, de 29 de dezembro.

<sup>11</sup> Lei Orgânica n.º 6/2014, de 1 de setembro.

<sup>12</sup> Lei Constitucional n.º 1/2005, de 12 de agosto.

Ao nível do Ministério da Defesa Nacional, uma das atribuições que compete à Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional (DGRDN)<sup>13</sup> consiste no planeamento, coordenação e execução de atividades relativas à gestão do ciclo de vida logístico do armamento, bens e equipamentos, no que se refere aos processos de aquisição, manutenção, alienação e desmilitarização (Decreto Regulamentar n.º 8/2015, de 31 de julho). Intervém principalmente na fase de aquisição no que concerne a aspetos financeiros<sup>14</sup>, quando lhe é delegada essa responsabilidade, e na alienação de bens e equipamentos militares de acordo com o Decreto-Lei n.º 48/89 de 2 de fevereiro e com o Decreto-Lei n.º 223/92 de 23 de outubro (que adita o anterior). Por sua vez, os procedimentos e responsabilidades a serem seguidos pela FA na alienação de bens e equipamentos militares encontram-se vertidos na Diretiva n.º 11/2013 do CEMFA (FAP, 2013a).

A Lei de Programação Militar (LPM<sup>15</sup>) estabelece a programação do investimento público das Forças Armadas em matéria de armamento e equipamento com vista à modernização e operacionalização do sistema de forças, concretizado através da edificação das suas capacidades (LPM, 2015).

O próprio Código dos Contratos Públicos (CCP<sup>16</sup>), com vista a adaptar-se às diretivas europeias, contempla atualmente, como critério regra de adjudicação, o da proposta economicamente mais vantajosa. Tem por base a melhor relação qualidade-preço e o preço ou custo, utilizando uma análise custo-eficácia, nomeadamente os custos do ciclo de vida. Não obstante, a adjudicação pelo preço mais baixo é ainda permitida quando adequado.

Ao nível da OTAN, em relação ao *Life Cycle Management*, vertido no *Standardization Agreement* (STANAG) 4728 Edição 2, que compreende o *Life Cycle Costing*, a FA ratificou e implementou (sem reservas) este STANAG. Este visa a implementação de um sistema harmonizado de princípios de gestão de ciclo de vida em programas de armamento nacionais e multinacionais, de forma a disponibilizar sistemas de armamento e equipamentos que garantam as necessidades de interoperabilidade da Aliança.

De acordo com o AAP-03 *Edition* (K), *Version* (1) (OTAN, 2018c), os membros da Aliança devem agir em concordância com as suas respostas de ratificação, fornecer informações à Aliança

---

<sup>13</sup> Decreto-Lei n.º 183/2014, de 29 de dezembro.

<sup>14</sup> O controlo da execução, de planeamento e de disponibilidade das verbas é feito pelo recurso à LPM.

<sup>15</sup> Lei Orgânica n.º 7/2015, de 18 de maio.

<sup>16</sup> Decreto-Lei n.º 111-B/2017, de 31 de agosto. Este Decreto-Lei transpõe as diretivas europeias n.ºs 2014/23/UE, 2014/24/EU, 2014/25/EU e 2014/55/UE sobre adjudicação de contratos de concessão, contratos públicos e faturação eletrónica nos contratos públicos.

sobre essa implementação (se aplicável) e serão monitorizados acerca da mesma. Segundo a DGRDN (2018) está a ser equacionado junto da OTAN a forma de realizar o controlo/auditoria de implementação dos STANAGs.

### **4.3. Formalização do Sistema**

#### **4.3.1. Funcionamento Organizacional**

Na FA, para a aquisição e inserção de SA, tipicamente<sup>17</sup> são constituídos Grupos de Trabalho (GT). Após a sua inserção há uma tendência natural para estes se extinguirem uma vez que entra em funcionamento a orgânica tradicional da FA: a DEP e a DMSA subdividida nas suas repartições. Apesar do referido, tem-se verificado a permanência de GT após a inserção dos SA na FA, pelo facto de esses SA obterem financiamento da LPM.

A DMSA, cuja estrutura organizativa compreende seis repartições, tem como missão gerir a sustentação dos SA da responsabilidade da FA, no âmbito dos requisitos definidos de aeronavegabilidade continuada, tempo e custo (FAP, 2013b).

As repartições que a constituem são as seguintes: repartição do SA F-16 (1.<sup>a</sup> repartição); repartição do SA C-130, C-295, P-3C e F-50 (2.<sup>a</sup> repartição); repartição do SA AL-III e EH-101 (3.<sup>a</sup> repartição); repartição do SA Epsilon, Chipmunk, Planadores e aeronaves do museu do ar (4.<sup>a</sup> repartição); repartição de armamento e equipamentos de voo (5.<sup>a</sup> repartição) e a repartição de equipamentos de apoio e viaturas (6.<sup>a</sup> repartição).

Por sua vez, a DEP proporciona competências técnicas e o desenvolvimento dos projetos de modernização e contribui para a gestão dos SA em todas as fases dos respetivos ciclos de vida (FAP, 2012a).

Diretamente relacionado com a gestão do ciclo de vida das frotas, para além das Direções Técnicas (DMSA e DEP), encontra-se o Estado-Maior da FA (EMFA), em particular a Divisão de Operações (DIVOPS), que é a responsável pela definição e transmissão dos requisitos operacionais, a um nível estratégico e de médio-longo prazo às Direções Técnicas, nomeadamente a indicação do Regime de Esforço<sup>18</sup> (RE), dos destacamentos a realizar e dos novos requisitos necessários para manter certa capacidade. Caso se revele necessário esta Divisão pode desenvolver as suas funções em coordenação com outros órgãos e serviços. A sua atuação ocorre no momento em que os requisitos operacionais evoluíram ou surgiram uns novos, ou quando um determinado

---

<sup>17</sup> Salvo algumas exceções como com o helicóptero AW119. Este não tem a figura de GT e está unicamente a ser gerido pela DIVOPS e DIVREC.

<sup>18</sup> Representa a totalidade de horas de voo por tipo de aeronave para efetuar anualmente por cada Unidade Aérea (FAP, 1994).

equipamento ficou operacionalmente obsoleto, isto é, quando é necessário modernizar esse equipamento.

Posteriormente, são as Direções Técnicas, enquanto órgãos executores, que materializam os requisitos transmitidos, como referido anteriormente.

Face à experiência da área operacional e das áreas técnica do CLAFA, estas entidades podem identificar através da monitorização continua que um determinado equipamento está a causar problemas para além do habitual. O GT, perante tal notificação, averigua a situação e, caso tal se verifique, inicia-se uma nova iteração. Neste sentido, as Direções Técnicas individualmente ou em coordenação com o EM, podem desenvolver estudos preliminares, pelo facto de conhecerem o mercado. Veja-se um outro exemplo: caso um fabricante deixe de suportar um determinado componente, havendo a necessidade de evoluir para um alternativo, a proposta para esse outro provém da DMSA, podendo a DIVOPS participar nessa decisão.

#### **4.3.2. Recolha e Processamento da Informação**

Na FA, associada à gestão dos SA, surge também a figura da Divisão de Recursos (DIVREC), que, entre outras atribuições, trata do cálculo do Custo da Hora de Voo do Regime de Esforço ( $CHV_{RE}^{19}$ ) de cada SA, facto este motivado pela necessidade de se saber o Preço da Hora de Voo a cobrar a entidades externas no ano seguinte.

Para o cálculo do CHV é feita a recolha dos FC de cada frota com recurso a diversos SI operados pela FA (SIGDN, SIGMA-ABAST<sup>20</sup>, SIGNET, SIGOP<sup>21</sup> e SIPAV), junto do Comando Aéreo, Direções Técnicas (DMSA, DEP e DAT<sup>22</sup>) e Direção de Finanças da Força Aérea (DFFA) e agregados pela DIVREC.

Os FC recolhidos e a forma de cálculo do CHV têm-se alterado ao longo dos tempos, quer devido ao aprimoramento da própria metodologia, quer devido à alteração dos próprios SI que a alimentam.

#### **4.3.3. Sistemas de Informação**

Em relação aos Sistemas de Informação (SI), apesar dos esforços em os centralizar/ reunir num único, continuam a utilizar-se diversos.

Atualmente, são quatro os principais SI da área logística e, apesar de estes se complementarem em termos de informação disponibilizada, não estão inteiramente integrados (Moreira, 2018). São eles:

---

<sup>19</sup> Enquadrado na Diretiva n.º 02/04 do CEMFA (FAP, 2004).

<sup>20</sup> SI e Gestão de Manutenção e Abastecimento (SIGMA-ABAST).

<sup>21</sup> Módulo de Gestão Operacional (SIGOP).

<sup>22</sup> Direção de Abastecimento e Transportes (DAT).

o SIGDN, utilizado na gestão do material não aeronáutico da FA e onde se encontra a informação financeira; o PLUSMGM que consiste na ferramenta primária de gestão da manutenção no qual se encontram refletidas informações referentes às aeronaves, nomeadamente, os componentes de cada aeronave e ações executadas (FAP, 2015); o SIGMA-ABAST e o Sistema Integrado de Apoio à Gestão da FA – Módulo de Gestão de Material (SIAGFA-GESTMAT).

O SIGMA-ABAST é utilizado na gestão do material aeronáutico (Moreira, 2016) reunindo opiniões díspares acerca do seu funcionamento. Por um lado, é entendido como sendo um software antigo que fornece informação pouco fiável pelo facto de não ser atualizado. Por outro lado, há quem defenda que a informação que dele se extrai é suficiente e de manuseio mais intuitivo que a do SIGDN.

O SIAGFA-GESTMAT, também utilizado na gestão do material aeronáutico, possui uma melhor interface visual e a particularidade de permitir controlar a quantidade e a localização dos stocks (Moreira, 2018).

A FA, ciente da obsolescência técnica e funcional dos SI que providenciam suporte à gestão do material de aplicação em aeronaves, e a necessidade de uniformizar processos, garantir a coerência, integridade e unicidade de dados e minimizar o erro, determinou a criação de um GT para a Consolidação do Módulo Logístico do SIGDN na FA (FAP, 2017a).

Em relação aos vencimentos, estes são geridos atualmente no SIPAV.

#### **4.4. Análise Crítica e Diagnóstico do Sistema**

Na legislação e doutrina associadas à FA está presente a preocupação com o acompanhamento do ciclo de vida dos SA e, tendo em consideração as entrevistas realizadas, revela-se uma metodologia com grande potencial como ferramenta de apoio à decisão.

Foram identificadas três áreas relevantes de análise tendentes à implementação do *Life Cycle Costing* na FA: adaptação organizacional, recolha e processamento da informação e sistemas de informação. Estas são analisadas nos subcapítulos seguintes.

No Anexo D encontram-se dois quadros-resumo que expõem o diagnóstico em causa, seguido das propostas de melhoria bem como a informação residente em cada SI.

##### **4.4.1. Adaptação Organizacional**

A adaptação organizacional consiste no processo de ajuste e de adequação da Organização ao seu ambiente, na medida em que, com vista a assegurar a sua sobrevivência, procura adaptar a sua estrutura, valores e normas (Pereira, 2000) para cumprir novas leis ou regulamentações ou atender a variações nas preferências de consumidores ou de parceiros (Hernandez & Caldas, 2001).

Do ponto de vista da adaptação organizacional, foram identificados quatro problemas para a aplicação do *Life Cycle Costing*.



Primeiramente, e seguindo a metodologia proposta pela OTAN espelhada na figura 4, verifica-se que o órgão CIPT não existe nem há atribuição das devidas funções a outro órgão (Lobão, 2018). Embora a FA tenha ratificado e implementado o STANAG 4728 Edição 2, não existe um órgão ou serviço que realize um acompanhamento contínuo e sistemático da evolução dos ciclos de vida dos SA (Pinto, 2015), nem se tem conhecimento de qualquer iniciativa para atender ao que está vertido nesse STANAG (Pinto, 2018).

Um segundo problema, diretamente relacionado com o primeiro, diz respeito ao não acompanhamento/monitorização dos custos do ciclo de vida com os SA. Ainda que na orgânica da FA exista a figura do GT, que de facto é composto por um gestor do programa, engenheiros, pessoal da logística e gestores financeiros, entre outros, dependendo da finalidade do GT, este é constituído essencialmente para a introdução do SA na Organização. Nesse sentido, o cálculo do LCC é apenas realizado de forma casuística, essencialmente no momento que antecede a aquisição/introdução de um SA na FA, não o sendo feito, portanto, de forma sustentada como sugerido.

Em terceiro, apesar de no momento da introdução de um SA na FA serem definidas as regras básicas, descrito o programa, delimitadas as tarefas a executar num certo horizonte temporal e desenvolvido o conceito operacional e de suporte, este tipo de pressupostos, que integram o dito CERD, não são atualizados de forma sistemática ou programada ao longo do ciclo de vida do SA. Por último, verifica-se que existe dificuldade em conjugar os conhecimentos/conceitos na discussão da gestão do ciclo de vida dos SA, porque esta atualmente é realizada por militares que não têm conhecimento integrado suficiente das diferentes áreas necessárias, tendo-o essencialmente na sua área de formação.

#### **4.4.2. Recolha e Processamento da Informação**

Como já foi várias vezes referido na parte inicial deste trabalho, a recolha e o processamento de informação são processos essenciais para a aplicação do *Life Cycle Costing* a qualquer SOI.

Neste sentido, no que concerne à recolha e processamento dos dados dos SA na FA, podem ser apontados três problemas.

Em primeiro lugar, há uma ausência de bases de dados históricas de projetos anteriores, uma vez que não é feito um registo histórico de todos os custos que concorrem para o LCC dos SA na FA. A recolha dos FC associados a cada frota continua apenas a dizer respeito à aferição do  $CHV_{RE}$ . Não obstante, ainda que tenha sido elaborada uma proposta de revisão da Diretiva n.º 02/04 do CEMFA, que identificou três conceitos de CHV:  $CHV_{RE}$ ,  $CHV_{Organizacional}$  e  $CHV_{Ciclo\ de\ Vida}$ , a mesma apenas contemplava as metodologias a aplicar no  $CHV_{RE}$  e  $CHV_{Organizacional}$ , deixando de parte o  $CHV_{Ciclo\ de\ Vida}$ . Ainda assim, essa mesma proposta terminou precocemente por

impossibilidade de manter pessoal afeto ao desenvolvimento da contabilidade analítica e, consequentemente, à revisão do processo de apuramento do CHV (Alves, 2017).

Um outro problema reside no facto da própria forma de recolha dos dados acarretar um grande esforço e intervenção de várias pessoas, pelo facto de este não ser um processo completamente estandardizado e automático tal como sugerido pela OTAN (2018a).

Em terceiro lugar, por não haver uma metodologia estruturada, há a tendência para ser dado maior ênfase ao custo de aquisição, em detrimento de um olhar a longo prazo, para a sustentabilidade (Rodrigues, 2018). Nesse sentido, é possível estar a reduzir-se o  $CHV_{RE}$  através da diminuição do potencial das aeronaves, o que no futuro pode originar custos acrescidos para regenerar esse potencial (Pinto, 2018).

#### **4.4.3. Sistemas de Informação**

Tendo em conta a era digital em que vivemos torna-se imprescindível uma adequada utilização dos SI de modo a que seja produzida informação útil para a gestão estratégica da Organização.

Os SI anteriormente referidos consideram-se todos necessários para a recolha dos FC para a aferição do LCC, subsistindo, no entanto, um problema central. Este consiste na falta de integração da informação relevante, proveniente dos vários SI, para um cálculo dos LCC mais ágil e fidedigno, e pode ser explicado com recurso a três evidências.

Em primeiro lugar, repare-se que o potencial das aeronaves/componentes é gerido no PLUSMGM, não se encontrando essa informação refletida no SIGDN e, portanto, os aumentos e diminuições do valor contabilísticos desses ativos fixos tangíveis não são registados.

Em segundo lugar, o SIGMA-ABAST deixou de cumprir na plenitude as necessidades informacionais que lhe estão consignadas, havendo por isso a necessidade de se constituir um SI alternativo ou uma nova forma de realizar o consumo do material aeronáutico. O já referido GT para a Consolidação do Módulo Logístico do SIGDN na FA é já, por si só, de relevar, no sentido em que a Organização se debate por possuir SI mais eficientes que permitam não só uma melhor gestão como também uma maior transparência.

Por último, e tendo presente que os vencimentos tanto podem dizer respeito a custos diretos como indiretos, a sua incorporação no SIG-DN revelar-se-ia também benéfica para um cálculo mais eficiente do LCC.

#### **4.5. Propostas de Melhoria**

Face à análise realizada, são de seguida enumeradas algumas propostas de melhoria com vista à aplicação do *Life Cycle Costing* na FA.

#### 4.5.1. Adaptação Organizacional

Com vista a solucionar o primeiro problema identificado, poderia ser criado um órgão (dito CIPT) ou, alternativamente, atribuir as funções desse órgão a algum já existente. Pelas entrevistas realizadas, esta metodologia poderia ser implementada na FA ao nível do EM e, deste modo, tornar-se-ia possível um acompanhamento de uma determinada capacidade no qual se saberia exatamente o seu custo ao longo do tempo. Tal poderia constituir-se como um elemento facilitador da interação com o poder político a nível orçamental, na medida em que tornaria evidente que perante, por exemplo, um orçamento mais reduzido, certa capacidade degradar-se-ia (pela diminuição do potencial e/ou do RE).

Perante o segundo problema identificado, a realização do acompanhamento/ monitorização dos custos do ciclo de vida de forma contínua e a comparação destes com alternativas do mercado, seria um importante passo a tomar para a aplicação da metodologia em causa.

Em terceiro, para a atualização efetiva do CERD deveriam ser definidos os momentos para se realizar essa atualização. Tal tarefa deveria caber à CIPT constituída ou ao órgão responsável pela estimativa dos LCC. Ao manter-se toda a documentação atualizada, os pressupostos definidos, bem como o registo histórico das decisões tomadas, todos os *stakeholders* envolvidos na gestão do ciclo de vida do SA teriam pleno conhecimento das perspetivas passadas, presentes e futuras.

Para dar resposta ao último problema, que trata os conceitos técnicos, poderia ser elaborado um manual sobre o *Life Cycle Costing/Management*, podendo este trabalho servir de ponto de partida. Este deveria ainda incorporar uma parte conceptual por forma a clarificar noções como gasto, custo, despesa, consumo, sustentabilidade e assim evitar-se-iam problemas na operacionalização/ discussão da metodologia.

#### 4.5.2. Recolha e Processamento da Informação

Para dar resposta ao primeiro problema identificado, deveriam ser definidos primeiramente os custos a recolher para a aplicação do *Life Cycle Costing*, ou seja, os custos diretos e os indiretos variáveis para cada SA. Repare-se que a Norma de Contabilidade Pública (NCP) 27 do SNC-AP<sup>23</sup>, prevê o subsistema de Contabilidade de Gestão (Classe 9) para além dos já existentes subsistemas de Contabilidade Orçamental (Classe 0) e Contabilidade Financeira (Classes 1 a 8) (Comissão de Normalização Contabilística, 2017).

Nesse sentido, e tal como descrito em Alves (2017), esta Contabilidade de Gestão, através da movimentação de contas próprias para o efeito, aliada à estrutura de Centros de Custos, permite a

---

<sup>23</sup> Sistema de Normalização Contabilística para Administrações Públicas (SNC-AP). Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 192/2015, de 11 de setembro.

imputação de custos diretos e indiretos a Centros de Custo operacionais, possibilitando assim o apuramento de todas as componentes necessárias ao apuramento do CHV nos seus diferentes níveis.

Em relação ao segundo problema identificado, e após estarem definidos os custos a recolher e a forma de o fazer, dever-se-ia criar um processo de modo a que a base de dados fosse alimentada automaticamente. Para Rodrigues (2018), associado à escassez de recursos humanos e financeiros, a conceção desta metodologia deve olhar para a praticabilidade e assentar numa ferramenta informática, pois é a insustentabilidade de certas metodologias que as tornam impraticáveis. Esta ferramenta informática deveria ter ligação por um lado, à Contabilidade Analítica e, por outro, ao Plano Anual de Atividades e ao Planeamento Orçamental, na medida em que dessa forma se entenderiam as relações causa-efeito entre financiar ou não financiar o definido no PAA.

Em último lugar, a fim de colmatar o maior enfoque no custo de aquisição em detrimento da sustentabilidade, segundo Pinto (2018) dever-se-ia formar uma área de fiabilidade robusta que se dedicasse sistematicamente ao acompanhamento dos índices de fiabilidade, como o *Mean Time Between Failure* (MTBF), entre outros. Através desses dados ter-se-ia conhecimento do potencial dos componentes e, acrescentando o custo dos componentes à equação, seria possível projetar um custo de sustentação do SA.

#### **4.5.3. Sistemas de Informação**

Em relação ao primeiro problema apresentado, a NCP 5 do SNC-AP permitirá que em componentes sujeitos a aumentos de potencial, este aumento seja incorporado no sistema contabilístico, através de um aumento de valor do componente em causa, seguidos das devidas depreciações.

No que concerne ao segundo problema evidenciado, com a criação do GT para a Consolidação do Módulo Logístico no SIGDN, perspetiva-se que haja a migração do SIGMA-ABAST e do SIAGFA-GESTMAT para o SIGDN, e, conseqüente, melhorar-se-á a forma de apuramento do já realizado  $CHV_{RE}$ , e abrir-se-ão portas para o cálculo do  $CHV_{Organizacional}$  e o  $CHV_{Ciclo\ de\ Vida}$ .

Em relação ao último problema enumerado, este encontra-se a ser solucionado, através da migração do SIPAV para o SIG-RH.

Deste modo, com o total da informação necessária para o cálculo do *Life Cycle Costing* e o apuramento do  $CHV_{Ciclo\ de\ Vida}$  no SIGDN seria possível a sua aferição com maior rigor e facilidade.

## 5. Uma Aplicação Empírica: o Sistema de Armas F-16

### 5.1. Caracterização do Sistema de Armas

O F-16 MLU, operado atualmente na FA em duas Unidades-Base (UB) distintas, UB 201 *Falcões* e UB 301 *Jaguares*, surgiu da necessidade da FA estar equipada com um meio aéreo de combate com capacidade para assegurar a Defesa Aérea Nacional<sup>24</sup> e contribuir efetivamente para o esforço de segurança cooperativo no seio da OTAN (Mais Alto, 2014) a um custo quatro vezes inferior à aquisição de um avião novo com capacidades semelhantes (FAP, 2006).

Este SA tem como missão executar operações de defesa aérea e de ataque convencional em quaisquer condições meteorológicas e de luminosidade, especificidade esta que, associada ao nível de ambição do Estado Português na área da Defesa, justifica a própria existência da FA como ramo independente<sup>25</sup> das Forças Armadas (Santos, 2010).

O período de utilização deste SA está previsto ser até 2025 (FAP, 2006), no entanto, em resultado de constrangimentos económico-financeiros, perspectiva-se que se estenda até 2035 (Silva, 2018). Este facto evidencia a necessidade de assegurar a sua atualização a fim de corresponder aos requisitos operacionais, designadamente àqueles exigidos pela OTAN (Silva, 2012).

No Anexo E encontra um breve resumo da chegada desde sistema de armas à FA.

### 5.2. Caracterização da Amostra

Para a análise em causa, definiu-se como SOI a frota F-16, não diferenciando se esta diz respeito a aeronaves F-16 OCU ou F-16 MLU. A referida opção assenta no facto de que é com base na totalidade de aeronaves da frota que a FA assegura o cumprimento da sua missão, gerindo o número de aeronaves nos mais diversos estágios em que se encontram, desde aeronaves em operação, manutenção e até mesmo em modernização.

Prova disso encontra-se expressa no nível de Ambição do Plano de Desenvolvimento Sustentado (Operacional) 2012/2018 para o SA F-16, como se pode verificar pela figura 7. Este indica o objetivo operacional em termos de quantitativo de aeronaves, nomeadamente: seis aviões projetáveis para operação e quatro aviões em estado de alerta para *air policing*, dois com capacidade de reação até 15 minutos e os outros dois até 120 minutos e prontidão permanente para serem destacados para qualquer um dos arquipélagos.

---

<sup>24</sup> O A-7 Corsair, sucessor do F-86 Sabre, possuía limitações para efetuar a missão de Defesa Aérea. Realizou o seu último voo a 10 de julho de 1999 com aproximadamente 64 mil HV.

<sup>25</sup> Ponto de vista também defendido pela DMSA.

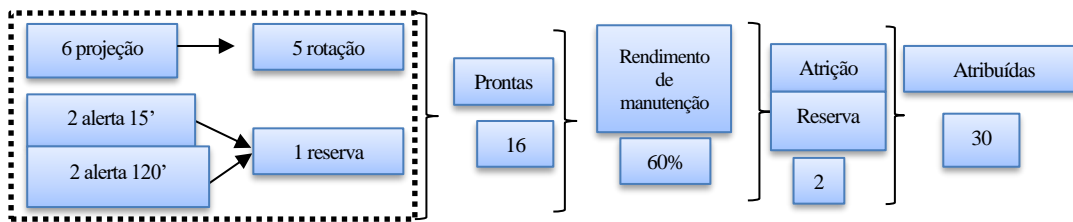


Figura 7 - Nível de ambição F-16 MLU

Fonte: Adaptado de FAP (2012b)

A própria BA5, enquanto Unidade-Base onde se encontram sediadas as aeronaves F-16, possui uma estrutura e organização que lhe permite gerir a totalidade das aeronaves da frota com vista a garantir o cumprimento da missão que está incumbida a tal frota.

Na própria manutenção das aeronaves pode recorrer-se a canibalizações tendo presente que pela doutrina da FA estas devem ser reduzidas ao mínimo e apenas usadas quando esteja em causa o cumprimento da missão (FAP, 2015). A existência deste processo é mais uma evidência de que a frota é gerida holisticamente e não ao nível individual de cada aeronave.

Por outro lado, os dados financeiros retirados do CHV tratam as frotas em agregado, não diferenciando, no caso em particular da frota F-16, os custos imputados aos F-16 OCU e F-16 MLU.

Tudo o que foi referido sustenta a premissa de que para esta análise o SOI a considerar deve ser ao nível da frota F-16.

### 5.3. Dados de Engenharia

O SA F-16 experimenta conceitos de manutenção com base em calendário e manutenção por potencial de horas de voo/ciclos.

O primeiro diz respeito às manutenções que a aeronave realiza mesmo que não tenha efetuado qualquer tipo de missão ao nível de componentes específicos, como a cadeira de ejeção.

Por sua vez, o segundo trata das manutenções que são efetuadas ao fim de determinadas horas de voo, sendo neste caso de 300 em 300 horas de voo. Esta é a mais predominante no SA F-16.

A fim de otimizar o uso dos SA, o oficial de manutenção do CGM procura realizar as manutenções por potencial de horas/ciclos aquando das paragens para as manutenções programadas (FAP, 2015).

Em relação aos níveis de manutenção, estes são três: nível *depot*, nível intermédio e nível organizacional. A manutenção de nível *depot* consiste na desmontagem da aeronave e correção das situações anómalas realizada maioritariamente por entidades certificadas fora da UB. A

manutenção de nível intermédio envolve a reparação de LRUs<sup>26</sup>, equipamentos e sistemas em oficina própria e especializada e as inspeções de fase, ocorre quase na sua totalidade na UB. A manutenção de nível organizacional consiste nas inspeções diárias, reparações de sistemas de equipamentos, substituição de órgãos, tratamentos anticorrosivos e de todas as ações necessárias à preparação da aeronave para voo e após o voo. Esta última ocorre na totalidade na UB.

#### **5.4. Recolha de Dados**

Os dados recolhidos são unicamente de teor quantitativo e reúnem elementos de cariz financeiro e não financeiro.

Como dados financeiros obtiveram-se os custos de Combustíveis e Lubrificantes (POL), Material Consumido na Unidade nas ações de manutenção das aeronaves (MCU), Reparações e Revisões efetuadas no exterior, Simulador (RDE), Inspeções realizadas fora da Unidade-Base (IOG/IEX), Remunerações com o Pessoal Operacional (POR) e as Remunerações com o Pessoal de Manutenção (PMR). Para a aplicação da metodologia *Life Cycle Costing*, estes custos foram considerados os custos diretos, não se tendo obtido custos indiretos variáveis.

Como dados de teor não financeiro considerou-se o Número de Horas de Voo (NHV), de aeronaves atribuídas, de aeronaves disponíveis, de aeronaves prontas, de ações de manutenção programada, de ações de manutenção inopinada, ações de manutenção da linha da frente, de avarias totais, preço médio móvel e quantidade de combustível JP8 consumido, total de efetivos da manutenção e total de efetivos operacionais. Para além disso, foram consideradas as horas de manutenção inopinada, horas de manutenção programada e as horas de manutenção da linha da frente.

A apresentação dos dados recolhidos encontra-se nas tabelas do Anexo F.

#### **5.5. Análise de Dados**

Para a análise dos Fatores de Custo recorreu-se à análise gráfica de cronogramas dos custos históricos ao longo dos anos e, quando oportuno, a correlações.

As correlações visam medir a direção e intensidade da relação entre as variáveis (Newbold et al., 2013) e para isso foi usado o coeficiente de correlação de Pearson. A tabela de correlações encontra-se no Anexo G.

A análise estatística foi realizada com recurso ao software *SPSS Statistics 25*.

Para uma visão geral dos custos apresenta-se primeiramente a figura 8<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> *Items* primários reparáveis substituídos diretamente no sistema (LRU).

<sup>27</sup> Tenha-se presente que as formas de recolha de dados foram-se alterando ao longo dos tempos e que para os anos 2006 a 2008 inclusivé o  $CHV_{RE}$  foi calculado com base nos custos dos anos anteriores acrescidos do Índice de Preços do Consumidor.

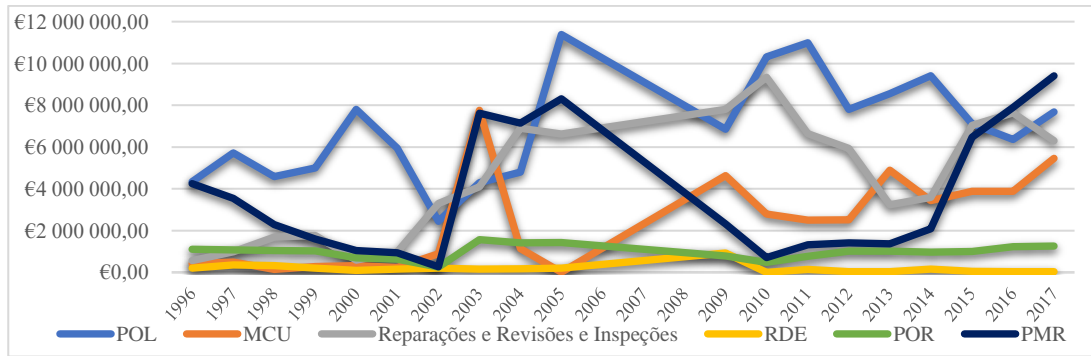


Figura 8 - Evolução dos Custos 1996-2017 com corte temporal.

Fonte: Elaboração própria

Dada a evolução das metodologias de recolha de dados, e de acordo com a premissa de que só se pode comparar o que é comparável, numa tentativa de preservar os mesmos critérios, optou-se por considerar inicialmente o horizonte temporal de 2009-2017. Cada variável será analisada individualmente em seguida.

Em relação aos custos com o simulador, este possui um custo aproximadamente constante associado à manutenção do mesmo, não sendo alvo de análise neste trabalho.

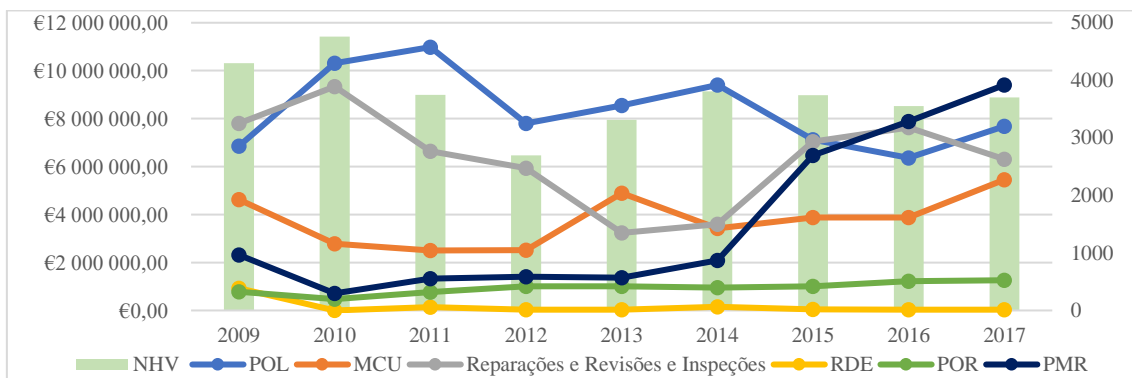


Figura 9 - Análise dos Custos 2009-2017.

Fonte: Elaboração própria

### 5.5.1. Material Consumido na Unidade

Analisando as figuras 8 e 9, em relação ao MCU em ações de manutenção de aeronaves assiste-se a um aumento em 2009 e 2013 e nos anos intermédios os valores mantiveram um nível constante. Sugere-se, assim, a existência de um ciclo de MCU, que tendencialmente é pago de 4 em 4 anos e consumido nos anos intermédios.

Uma vez que se trata de uma variável com custos autoregressivos, ao correlacioná-la com outras variáveis de perfil oposto, é suscetível serem obtidas correlações não significativas e negativas. Veja-se a variação do MCU na figura 10 relativamente ao número de aeronaves atribuídas, disponíveis e prontas em conjugação com o coeficiente de correlação respetivo no Anexo G.



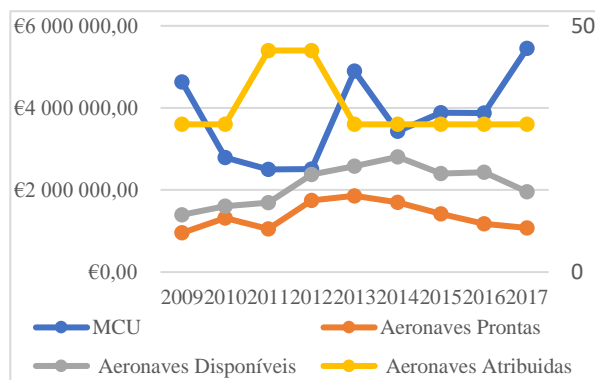


Figura 10 - MCU Vs Aeron. Prontas e Disponíveis.

Fonte: Elaboração própria

Este último é negativo e/ou não significativo pelo facto de os custos possuírem ciclos e ao longo destes

apresentarem um perfil oposto ao das variáveis em contraste. Pelo facto de não se possuir uma amostra suficiente, não foi possível realizar análises a séries temporais, nomeadamente a aplicação de modelos autoregressivos, como o ARIMA, para melhor provar o padrão de custos aqui destacado.

### 5.5.2. Reparções e Revisões

As Reparções e Revisões, consistem, de forma simplista, em custos incorridos com a prestação desses serviços à FA, fora da UB pelo fabricante ou por entidades certificadas por este. Por o NHV ser o fator preponderante da realização das manutenções, há interesse em correlacionar este custo com o NHV.

Analisando a tabela das correlações no Anexo G verifica-se que existe uma correlação não significativa entre o custo de Reparções Revisões e o NHV. Esse facto pode sugerir a existência de um *lag* temporal entre as variáveis, ou seja, a não existência de contemporaneidade entre os dados de atividade e os custos. Pela tabela II comprova-se a existência de um *lag* temporal de 1 ano na medida em que o coeficiente de correlação passa a deter significância estatística. Assim, o aumento das horas de voo num ano apenas tem reflexo no custo das Reparções e Revisões do ano seguinte, existindo assim um comportamento *lagged* da variável NHV.

Tabela II - Correlação entre Reparções e Revisões e Dados Quantitativos

		Reparções e Revisões	NHV	NHV lagged 1
Reparções e Revisões	Correlação de Pearson	1		
	Sig. (2 extremidades)			
	N	9		
NHV	Correlação de Pearson	,574	1	
	Sig. (2 extremidades)	,106		
	N	9	9	
NHV lagged 1	Correlação de Pearson	,740*	,398	1
	Sig. (2 extremidades)	,036	,328	
	N	8	8	9

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Para além disso, à semelhança da variável MCU, uma possível justificação para o facto de os coeficientes entre a variável Reparações e Revisões e as variáveis número de Aeronaves Disponíveis e Prontas serem negativos emerge do facto de estes custos também poderem estar associados a um ciclo. Com base nas figuras 8 e 9 é possível visualizar-se que aumentam no ano seguinte ao aumento do MCU, ou seja, o MCU aumentou em 2009 e 2013 e os valores das Reparações e Revisões em 2010 e 2014/2015. Num período mais estável os valores das Reparações e Revisões são de aproximadamente 4.000.000€, aumentando em aproximadamente 50% nos anos mencionados acima. Pela figura 11 é possível verificar o perfil antagónico entre as variáveis.

De 2014 a 2017 foi injetado dinheiro na sustentação do Sistema de Armas proveniente do processo de alienação dos F-16 à Roménia, justificando também o aumento dos valores de Reparações e Revisões nesse período. Com o término do processo de alienação, perspectiva-se que o custo com as Reparações e Revisões diminua.

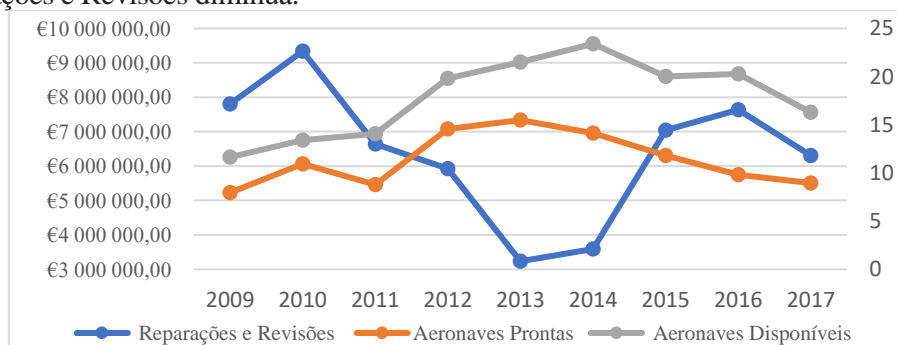


Figura 11- Reparações e Revisões Vs Aeronaves Prontas e Disponíveis.

Fonte: Elaboração própria

### 5.5.3. Combustíveis e Lubrificantes

Em relação à variável POL, pela tabela de correlações apresentada no Anexo G, aferiu-se que o coeficiente de correlação entre POL e NHV não possuía nível de significância estatística. Tal não faria sentido economicamente, dado que um aumento das horas de voo deverá estar associado a um aumento da quantidade de combustível consumido.

Questionou-se a DAT acerca de tais valores e conclui-se que para esta análise haveria a necessidade de separar o combustível consumido em Território Nacional, do consumido fora do Território Nacional, dado que este último é muitas vezes pago em anos posteriores ao consumo, havendo assim um desfasamento entre consumo e custo.

A opção pela análise apenas do combustível em detrimento do combustível e lubrificantes (POL) teve como justificação a representatividade de cada um dos custos. O combustível é bastante mais

representativo que o custo dos lubrificantes, sendo que este último foi apenas 0,696% (53 459,00€) do valor de POL em 2017, pelos dados da tabela XIII do Anexo F.

Como se pode verificar pela tabela III, da correlação entre o NHV executadas em Território Nacional e a Quantidade de litros consumidos, resulta um coeficiente de correlação alto positivo, o que já vai ao encontro do esperado. Os dados referentes ao NHV em Território Nacional e a quantidade de litros de combustível consumido respetivo encontram-se representados na tabela XIV.

**Tabela III - Correlação entre NHV e Quantidade de litros**

		NHV	Quantidade	Preço Médio Móvel	Preço Total
NHV	Correlação de Pearson	1			
	Sig. (2 extremidades)				
	N	6			
Quantidade (litros)	Correlação de Pearson	.851*	1		
	Sig. (2 extremidades)	.032			
	N	6	6		
Preço Médio Móvel do Sistema	Correlação de Pearson	-.280	-.570	1	
	Sig. (2 extremidades)	.591	.238		
	N	6	6	6	
Preço Total	Correlação de Pearson	.615	.405	.515	1
	Sig. (2 extremidades)	.194	.425	.296	
	N	6	6	6	6

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Em relação aos preços de POL, as suas oscilações tendem a ser marcadas pela subida e descida do preço do combustível, conforme justificou a DIVREC na Inf. N.º 3476 e N.º 3457 para a descida em 2015 e 2016, respetivamente. Em 2017, pela Inf. N.º 7131 o aumento de horas de voo terá originado um aumento da variável POL.

Apesar do desfasamento verificado entre custo e consumo, retomaram-se os dados obtidos do CHV, de modo a comprovar a evolução do preço do combustível JP8 através da figura 12. Desde 2014 verificou-se uma queda dos preços dos combustíveis o que justifica a diminuição também registada no FC POL.

Para além disso, a crise-financeira de 2008 poderá ter potenciado a diminuição, quer do valor de POL, quer das Reparações e Revisões, essencialmente de 2010 a 2012.

Nesta análise considerou-se a totalidade de litros de combustível consumidos para a aferição do FC POL. Os dados que sustentam a figura 12 encontram-se na tabela XV.

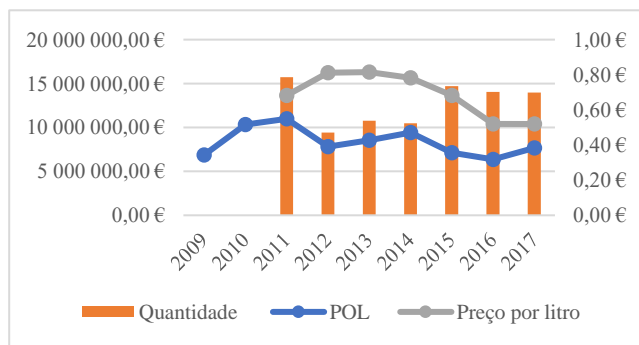


Figura 12 – Gráfico comparativo entre o preço médio móvel, POL e quantidade de combustível (litros).

Fonte: Elaboração própria

#### 5.5.4. Custos com Pessoal da Manutenção e Pessoal Operacional

Em relação ao PMR e ao POR, no apuramento do CHV de 2015, o valor constante das remunerações do pessoal da manutenção e do pessoal operacional atribuído a cada frota foi incrementado em 23,75% referente à Contribuição da Entidade Patronal para a Caixa Geral de Aposentações ou para a Segurança Social. Para além disso, nesse mesmo ano, ao valor PMR foi incrementado o valor das remunerações do pessoal colocado em Esquadras cujo produto revertesse para a missão da frota, nomeadamente na Esquadra de Manutenção de Aeronaves, na Esquadra de Manutenção de Armamento e Equipamento e no Centro de Gestão e Manutenção. Essa é a justificação do aumento da variável PMR desde 2015. Estes pressupostos foram seguidos nos anos seguintes.

No ano de 2016 foram também consideradas as remunerações do pessoal colocado na Esquadra de Material, reativada em 2015 (Inf. N.º 3457 da DIVREC).

No ano de 2017 verificou-se um aumento da despesa em PMR em resultado da diminuição de pessoal afeto a áreas de apoio ao programa de alienação do F-16 à Roménia, o que gerou um acréscimo de 16,12% no referido fator de custo face ao ano anterior (Inf. N.º 7131 da DIVREC). Estas variáveis são consideradas como custos de estrutura relativamente fixos. As suas dotações têm sofrido alterações como resultado da alteração dos pressupostos.

Para além do referido, os pressupostos subjacentes ao cálculo destes custos para anos anteriores a 2015 não foram fornecidos pelo que, no âmbito deste trabalho, também não foram considerados. Para os anos 2016 e 2017 foram calculadas as correlações entre os valores de PMR e POR e o número de efetivos correspondente. As correlações apresentadas nas tabelas IV e V são perfeitas pelo que, quando uma variável aumenta a outra aumenta em média num valor proporcional (Pestana & Gageiro, 2005). Os dados que sustentaram esta análise estatística encontram-se nas tabelas XII, XVI e XVII do Anexos F.

**Tabela IV – Correlação entre PMR e Efetivo**

		PMR	Efetivo
PMR	Correlação de Pearson	1	
	Sig. (2 extremidades)		
	N	2	
Efetivo	Correlação de Pearson	1,000**	1
	Sig. (2 extremidades)	.	
	N	2	2

\*\* : A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

**Tabela V – Correlação entre POR e Efetivo**

		POR	Efetivo
POR	Correlação de Pearson	1	
	Sig. (2 extremidades)		
	N	2	
Efetivo	Correlação de Pearson	1,000**	1
	Sig. (2 extremidades)	.	
	N	2	2

\*\* : A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

### 5.5.5. Regras Empíricas

Por regras empíricas considera-se o cálculo de rácios para os horizontes temporais considerados anteriormente. Foram expostos os valores máximos, mínimos, a média e o erro desvio para cada variável, conforme se apresenta na Tabela VI.

**Tabela VI - Estatística Descritiva**

	N	Mínimo	Máximo	Média	Erro Desvio
Combustível TN	6	5217884,39	8920109,25	6996716,2933	1298303,47015
MCU	9	2501666,83	5454230,00	3773920,6944	1068972,43058
Reparações e Revisões	9	3234938,47	9338934,47	6390806,4456	1959513,19754
Simulador	9	,00	926566,68	154072,2989	294355,25379
POR	2	1227543,06	1260037,00	1243790,0300	22976,68532
PMR	2	7888764,44	9405003,00	8646883,7200	1072142,56767
NHV	9	2694,25	4761,42	3734,6567	577,61902
Nº aeronaves atribuídas	9	30,00	45,00	33,3333	6,61438
Nº aeronaves disponíveis	9	11,64	23,40	17,8222	4,08712
Nº aeronaves prontas	9	7,96	15,49	11,3867	2,77834
Nº Ações de Man. Programada	9	5422,00	12046,00	9201,1111	1995,93277
Horas Man. Programada	9	114781,17	223275,77	172651,3778	41031,16695
Nº ações Man. Inopinada	9	2682,00	8010,00	5608,7778	1758,35369
Horas Man. Inopinada	9	101774,93	138659,50	112710,5852	12463,78315
Nº Ações Man. Linha da Frente	9	1247,00	13667,00	7792,3333	3742,35384
Horas Man Linha da Frente	9	42816,50	75047,40	58165,5074	12345,77168
Nº total de avarias	9	889,00	1835,00	1461,5556	306,77643
N válido (de lista)	2				

Pode destacar-se que perante o número médio de 33,3333 aeronaves atribuídas, apenas 34,16% (11,3867) se encontram em estado de prontidão.

De seguida, calcularam-se os custos unitários médios em relação às seguintes variáveis médias: número de horas de voo, número de aeronaves atribuídas, número de aeronaves prontas, horas de manutenção programada e horas de manutenção inopinada.

Pela tabela VII pode-se constatar, entre outras evidências, que em termos médios anuais, cada unidade pronta tem um consumo de combustível de 614.463,92€, um consumo de material para ações de manutenção de 331.433,32€ e um custo de reparação de 561.253,49€.

**Tabela VII - Custos unitários médios**

Variáveis	NHV	Nº Aeronaves Atribuídas	Nº Aeronaves Prontas	Horas Man. Programada	Horas Man. Inopinada	
	Valores médios	3734,6567	33,3333	11,3867	172651,3778	112710,5852
Combustível TN	6996716,2933	1 873,46 €	209 901,70 €	614 463,92 €	-	-
MCU	3773920,694	1 010,51 €	113 217,73 €	331 432,35 €	21,86 €	33,48 €
Reparações e Revisões	6390806,446	1 711,22 €	191 724,39 €	561 251,85 €	37,02 €	56,70 €
POR	1243790,03	333,04 €	37 313,74 €	109 231,83 €	-	-
PMR	8646883,72	2 315,31 €	259 406,77 €	759 384,52 €	-	-

Finalmente, a utilização desta informação, recolhida e analisada utilizando metodologias quantitativas, balizadas nos dados de engenharia do SOI, pressupõe uma caracterização da evolução do custo (de aquisição e de operação). Daqui deveria resultar uma estimativa da relação entre os custos de aquisição e de operação do SOI. Tal estimativa carece de recolha continuada de informação, por forma a garantir a robustez dos dados apresentados.

## 6. Considerações Finais

No contexto atual são cada vez mais conhecidas as potencialidades das metodologias de cálculo de custos do ciclo de vida dos SOI (Navarro-Galera et al., 2011) e o recurso a estas é cada vez mais preferido no momento prévio a uma tomada de decisão de aquisição. Certo é que, tendencialmente, o acompanhamento destes custos não é realizado de forma sistemática e consistente (OTAN, 2012).

A metodologia *Life Cycle Costing*, abordada neste trabalho, consubstancia-se na soma dos custos diretos e indiretos variáveis. Permite selecionar entre alternativas concorrentes a que acarreta menor consumo acumulado de recursos ao longo da sua vida útil, independentemente de ser ou não a que apresenta menor custo de aquisição (OTAN, 2012; Smit, 2009, 2012; Woodward, 1997). Ao proporcionar uma visão de longo prazo (Ferrin & Plank, 2002), apoia a avaliação da sustentabilidade financeira de programas e na alocação de orçamento (Sokri, 2014) ao destacar que financiamento é necessário num determinado momento (GAO, 2009).

Este trabalho de projeto prende-se com o estudo de como esta metodologia poderia ser adotada no seio da Força Aérea Portuguesa. Foram primeiramente identificadas as questões que impedem a efetiva implementação do *Life Cycle Costing* na Força Aérea Portuguesa e foram propostas soluções para as mesmas tendo como ponto de partida a conceptualização prescrita pela OTAN. Ciente das dificuldades que seriam encontradas, foi ainda realizada uma primeira abordagem de aplicação empírica da metodologia ao Sistema de Armas F-16 com recurso a métodos empíricos

(regras empíricas e opinião de especialistas) e de cálculo/ previsão (análise gráfica e de correlações), tendo como base dados recolhidos desde 2009 a 2017.

Pelo estudo realizado pôde concluir-se que a Força Aérea Portuguesa, com base na sua doutrina, procedimentos desenvolvidos e estrutura organizacional, se depara com alguns desafios para que seja possível uma aplicação sustentada e consistente desta metodologia. Tal evidência foi provada pela identificação de três áreas relevantes de análise: adaptação organizacional, recolha e processamento da informação e sistemas de informação.

De entre as soluções propostas destacam-se as seguintes: elaboração de reestruturações organizacionais, atribuição de competências na área da gestão do ciclo de vida dos SA, clarificação transversal na Força Aérea Portuguesa desta metodologia com a definição dos procedimentos para a recolha dos FC definidos e integração da informação relevante para o cálculo do LCC, quer pela implementação da NCP 5 do SNC-AP, quer pela migração dos diferentes sistemas de informação (SIGMA-ABAST, SIAGFA-GESTMAT e SIPAV) para o SIGDN.

No que diz respeito ao caso prático realizado, apesar das limitações e dificuldades descritas no subcapítulo seguinte, este permitiu reconhecer o que já era expectável pelo diagnóstico e análise crítica. Os FC recolhidos insuficientes, associados aos progressivos melhoramentos do modo de recolha destes, originou um quadro temporal curto para a análise perspectivada.

No entanto, foi possível avaliar os Fatores de Custo recolhidos e, em particular, detetar o comportamento autoregressivo das variáveis Reparações e Revisões e Material Consumido na Unidade bem como inferir pistas futuras de investigação.

A serem seguidas as soluções propostas, certamente nos anos vindouros aplicações empíricas mais robustas desta metodologia serão possíveis.

### **6.1. Limitações e Propostas de Estudos Futuros**

No que concerne à aplicação empírica, e tendo em conta as dificuldades à aplicação do *Life Cycle Costing* supracitadas, esta foi de facto limitada.

A recolha dos dados é o passo fulcral e revelou-se um processo extremamente complexo, marcado pela ausência de uma metodologia estruturada na Organização bem como pela falta de experiência da mesma nesta área.

O cruzamento de dados para a realização do caso prático não foi possível, na maioria dos casos, devido à existência de fontes documentais diferentes com valores díspares, o que levou à desconsideração de muita informação.

Como já foi referido a informação encontrava-se dispersa e esta foi alvo de progressivas melhorias ao longo dos anos à custa de aprimoramentos na forma de recolha dos dados e da própria tipologia de dados reunidos.

No seguimento do enunciado, outra limitação desta análise reside no facto do estudo apenas contemplar informação dos anos 2009-2017 para a variáveis MCU e Reparções e Revisões, 2016-2017 para POR e PMR e o combustível para 2012-2017, o que torna este caso prático pouco robusto, servindo essencialmente como exemplo de aplicação da metodologia.

Como propostas de investigação futuras, uma vez que os restantes Ramos das Forças Armadas também ratificaram o STANAG 4728, poderia revelar-se útil averiguar se estes se deparam com as mesmas dificuldades encontradas na FA e apurar como lidam com esses impedimentos.

Este estudo deveria ser novamente realizado a médio-longo prazo. Primeiramente, para analisar se a FA já se encontra efetivamente a aplicar o *Life Cycle Costing* ou outra metodologia de análise dos custos de ciclo de vida dos SOI e, em segundo lugar, por se perspetivar que já haja uma maior base de dados de iguais pressupostos para uma análise mais robusta. Com uma maior base de dados, análises através de regressões e de modelos ARIMA seriam possíveis, permitindo a perspetivação do futuro e, por exemplo, a aferição do momento ótimo para o *phase-out* das frotas. Por fim, à semelhança do já efetuado para o CHV, dever-se-ia apresentar discriminadamente e por etapas a forma de obter cada FC para o cálculo do  $CHV_{\text{Ciclo de Vida}}$ ,  $CHV_{\text{organizacional}}$  e  $CHV_{\text{RE}}$ , de modo a manter a continuidade de pressupostos. Às Entidades Primeiramente Responsáveis pela recolha de cada FC caberia cumprir o atrás descrito e, caso a forma de o efetuar se alterasse, teria de ser elaborado um novo documento a dar essa indicação, de modo a que, mais uma vez, fosse mantida a unicidade de critérios.

Resta-me assim esperar que a Organização, com arte e engenho, procure abordar mais aprofundadamente esta temática, pois sem esse impulso esta não terá hipótese de vingar.

*A melhor maneira de nos prepararmos para o futuro é concentrar toda a imaginação e entusiasmo na execução perfeita do trabalho de hoje*  
Carnegie



## 7. Referências

- Alves, I. (2017). O apuramento do custo da hora de voo na Força Aérea Portuguesa. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Asiedu, Y. & Gu, P. (1998). International Journal of Product life cycle cost analysis: State of the art review. *International Journal of Production Research* 36(4), 883–908.
- Comissão de Normalização Contabilística (2017). *Sistema de Normalização Contabilística para as Administrações Públicas (SNC-AP): Manual de Implementação*. Versão 2.
- Coutinho, A., Garcez, A. & Mata, P. (2011). *F-16 Falcões e Jaguares*. 1ª Ed. Lisboa: Contra a Corrente.
- Duarte, A. et al. (2015). *Documento de Apoio Referencial de Educação para a Segurança, a Defesa e a Paz: As Forças Armadas e as Forças e Serviços de Segurança*. Ministério da Educação e Ciência.
- Dunk, A. S. (2004). Product Life Cycle Cost analysis: The impact of customer profiling, competitive advantage, and quality of IS information. *Management Accounting Research* 15(4), 401–414.
- Durairaj, S. K. et al. (2002). Evaluation of Life Cycle Cost Analysis Methodologies. *Corporate Environmental Strategy* 9(1), 30–39.
- Emblemsvag, J. (2003) *Life-Cycle Costing - Using Activity-Based Costing and Monte Carlo Methods to Manage Future Costs and Risks*. New Jersey: Wiley.
- Estevan, H. & Schaefer, B. (2017) Life Cycle Costing - State of the art report. Disponível em: [http://www.sppregions.eu/fileadmin/user\\_upload/Life\\_Cycle\\_Costing\\_SoA\\_Report.pdf](http://www.sppregions.eu/fileadmin/user_upload/Life_Cycle_Costing_SoA_Report.pdf).
- Farr, J. V. (2012) Life Cycle Cost Considerations for Complex Systems, Systems Engineering - Practice and Theory, IntechOpen. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/systems-engineering-practice-and-theory/life-cycle-cost-considerations-for-complex-systems>
- Ferreira, P. T. (2013). Política Externa e Defesa Nacional: Razões de Estado. Working Paper 13/27. Disponível em: [www.contraditorio.pt](http://www.contraditorio.pt)
- Ferrin, B. G. & Plank, R. E. (2002). Total Cost of Ownership Models: An Exploratory Study. *The Journal of Supply Chain Management*, 18–29.
- GAO (2009). GAO Cost Estimating and Assessment Guide. *US Government Accountability Office*. Disponível em: <http://www.gao.gov/new.items/d093sp.pdf>.
- Gary, J. et al. (2014) Investigation into the Ratio of Operating and Support Costs to Life-Cycle Costs for DoD Weapon Systems. *Defense Acquisition Research Journal*. Disponível em: <http://www.dau.mil>.
- Griffiths, A. (2011). Life Cycle Cost Forecasting for International Defence Programmes. Presented in: *ACostE Conference 2011*.
- Gupta, Y. & Chow, W. S. (1985). Twenty-Five Years of Life Cycle Costing - Theory and Applications: A Survey. *International Journal of Quality & Reliability Management* 2(3) 51–76.
- Gupta, Y. P. (1983). Life Cycle Cost Models and Associated Uncertainties. *Electronic Systems Effectiveness and Life Cycle Costing*. NATO ASI Series, 535–549.
- Haro, F. et al. (2016). *Investigação em Ciências Sociais: Guia Prático do Estudante*. Pactor - Edições de Ciências Sociais, Forenses e da Educação, 92.
- Hernandez, J. M. da C. & Caldas, M. P. (2001). Resistência à mudança: uma revisão crítica. *RAE - Revista de Administração de Empresas* 41, 31–45.
- INCOSE (2015). *Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities*. 4ª Ed. Hoboken: Wiley.
- ISO/IEC/IEEE (2015). *Systems and software engineering - System life cycle processes*. 1ª Ed. International Standard, 1-118.
- Kirkpatrick, D. (2008). The future of UK Defence research. *Defence and Peace Economics* 19(6), 479–491.
- Korpi, E. & Timo, A. (2008). Life cycle costing: a review of published case studies. *Managerial Auditing Journal* 23(3), 240–261.
- Lobão, G. (2018). *Life Cycle Costing* na Força Aérea Portuguesa [Entrevista]. Alfragide (6 de agosto de 2018).
- Mais Alto (2014). F-16 Um programa de sucesso. *Mais Alto*, n.º 407 – jan/fev 2014, 4-8.
- Martins, S. A. C. (2015). Custo de manter uma capacidade Versus o custo da sua reedificação. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Melese, F. et al. (2007). Applying Insights from Transaction Cost Economics to Improve Cost Estimates for Public Sector Purchases: The Case of U.S. Military Acquisition. *International Public Management Journal* 10(4), 357–385.
- Moreira, C. (2016). Custos da Gestão da Qualidade na Manutenção e Sustentação dos Sistemas de Armas da Força Aérea. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Moreira, C. (2018). Sistemas de Informação da Aérea Logística [Entrevista]. Alfragide (23 de agosto de 2018).

- Navarro-Galera, A. et al. (2014). Factors influencing the modernization of military- investment economic appraisal systems. *Defence and Peace Economics*. Routledge 25(6), 577–604.
- Navarro-Galera, A. & Maturana, R. I. O. (2011). Innovating in defence policy through spending efficiency: The Life Cycle Costing model. *Journal of Policy Modeling* 33(3), 407–425.
- Navarro-Galera, A., Maturana, R. I. O. & Quiles, A. (2016). La viabilidad del coste del ciclo de vida para la evaluación económica de inversiones militares. *Revista de Contabilidad ASEPUC* 19(2), 169–180.
- Navarro-Galera, A., Ortúzar-Maturana, R. I. & Muñoz-Leiva, F. (2011). The Application of Life Cycle Costing in Evaluating Military Investments: An Empirical Study at an International Scale. *Defence and Peace Economics* 22(5), 509–543.
- Newbold, P. et al (2013). *Statistics for business and economics*. 8ª Ed: Prentice Hall.
- OTAN (2003). Cost Structure and Life Cycle Cost for Military Systems SAS-028. França: Reserch and Technology Organisation Publication.
- OTAN (2007a). Methods and Models for Life Cycle Costing SAS-054. França: Reserch and Technology Organisation Publication.
- OTAN (2007b). NATO System Life Cycle Stages and Processes AAP-48, 1ª Ed: NATO Agency for Standartization.
- OTAN (2009). Code of Practice for Life Cycle Costing SAS-069. Reserch and Technology Organisation Publication.
- OTAN (2012). NATO Independent Cost Estimating and the Role of Life Cycle Cost Analysis in Managing the Defence Enterprise SAS-076. França: Reserch and Technology Organisation Publication.
- OTAN (2013). NATO System Life Cycle Processes AAP-48. Ed. B. França: NATO Agency for Standartization.
- OTAN (2015) NATO Programme Management Framewok - NATO Life Cycle Model. Ed. C. França: NATO Agency for Standartization.
- OTAN (2016). System Life Cycle Management Induction Training STANAG 4728. Ed. A. NATO Agency for Standartization.
- OTAN (2018a). Nato Guidance on Life Cycle Costs ALCCP-01. Ed. B. NATO Agency for Standartization.
- OTAN (2018b). Nato Guidance on Life Cycle Costs STANREC 4755. Alemanha: NATO Standardization Office.
- OTAN (2018c). Directive for the Production, Maintenance and Management of NATO Standardization Documents AAP-03. Ed. K. NATO Standardization Office.
- Pereira, M. F. (2000). Mudanças estratégicas em organizações hospitalares: uma abordagem contextual e processual. *RAE-Revista de Administração de Empresas* 40(3), 83–96.
- Pestana, M. H. & Gageiro, J. N. (2005). *Análise de Dados para Ciências Sociais*. 4ª Ed. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Pinto, M. F. M. (2015). A Gestão do Ciclo de Vida de Um Sistema de Armas da FA: Definição de um modelo de gestão Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Pinto, M. (2018). O Ciclo de Vida dos Sistemas de Armas [Entrevista]. Alfragide (2 de agosto de 2018).
- Rodrigues, A. (2018). *Life Cycle Costing* na Força Aérea Portuguesa [Entrevista]. Alfragide (6 de agosto de 2018).
- Samarakoon, S. M. K., Markeset, T. & Gudmestad, O. T. (2012). Life Cycle Costing as a Tool for Selecting the Best Available and Qualified Technique for Managing Physical Assets. *International Journal of Performability Engineering* 8(3), 249–264.
- Santos, P. (2010). Substituição do Sistema de Armas F-16 MLU: Espectro de actuação e definição de capacidades. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Saúde, N. (2009). O Custo Total do Ciclo de Vida de Sistemas e Equipamentos Militares. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Sherif, Y. S. & Kolarik, W. J. (1981). Life Cycle Costing: Concept and Practice. *OMEGA* 9(3), 287-296.
- Silva, J. (2012). Evolução das Capacidades Operacionais do Sistema de Armas F-16: Desafios futuros. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Silva, N. (2010). A relevância do papel de Portugal em Organizações Internacionais. *Revista Militar*, 1–13.
- Smit, M. (2009). *NATO Initiatives to Improve Life Cycle Costing*, RTO-MP-SAS-080.
- Smit, M. C. (2012). A North Atlantic Treaty Organisation Framework for Life Cycle Costing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 25(5), 444–456.
- Sokri, A. (2014). Life Cycle Costing of Military Equipment, *International Conference of Control, Dynamic Systems, and Robotics* (45), 1–9.
- Sydor, P. et al. (2014). Improvement of system design process: Towards Whole Life Cost Reduction, *Procedia CIRP* 22(1), 293–297.
- Tysseland, B. E. (2008). Life cycle cost based procurement decisions. A case study of Norwegian Defence Procurement projects. *International Journal of Project Management* 26(4), 366–375.
- Woodward, D. G. (1997). Life Cycle Costing—Theory, information acquisition and application. *International Journal of Project Management* 15(6), 335–344.

Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*, 4ª Ed. SAGE Publications.  
 Yin, R. K. (2011). *Qualitative Research from Start to Finish*. New York: The Guilford Press.

#### Diplomas Legais

Governo de Portugal, 2005: Constituição da República Portuguesa (CRP), Lei Constitucional n.º 1/2005, de 12 de agosto.

Governo de Portugal, 2013: Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN), Diário da República, 1ª série, n.º 67, 5 de abril.

Governo de Portugal, 2014: Decreto-Lei n.º 187/2014 – Diário da República n.º 250/2014, série I de 29-12-2014 aprova a Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA).

Governo de Portugal, 2014: Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA), Lei Orgânica n.º 6/2014, de 1 de setembro.

Governo de Portugal, 2014: Lei Orgânica do Ministério da Defesa Nacional (LOMDN), Decreto-Lei n.º 183/2014, de 29 de dezembro.

Governo de Portugal, 2015: Decreto Regulamentar n.º 8/2015, de 31 de julho.

Governo de Portugal, 2015: Lei de Programação Militar (LPM), Lei Orgânica n.º 7/2015, de 18 de maio.

Governo de Portugal, 2015: Sistema de Normalização Contabilístico para as Administrações Públicas (SNC-AP), Decreto-Lei n.º 192/2015, de 11 de setembro.

Governo de Portugal, 2017: Código dos Contratos Públicos (CCP), Decreto-Lei n.º 111-B/2017, de 31 de agosto.  
 Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2012, de 21 de agosto.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 40-A/2014, de 26 de junho.

FAP, 1994: Planeamento do Regime de Esforço Anual da Atividade Aérea, Diretiva n.º 4/1994, de 27 de julho.

FAP, 2004: Cálculo Automático do Custo da Hora de Voo, Diretiva n.º 02/2004, de junho. FAP, 2006: Plano de Implementação do Sistema de Armas F-16 MLU na Força Aérea, de junho - GT F-16MLU.

FAP, 2012a: Organização e Normas e Funcionamento da Direção de Engenharia e Programas, MCLAFA 305-4.

FAP, 2012b: Plano de Desenvolvimento Sustentado (Operacional).

FAP, 2013a: Alienação de material de guerra e outros equipamentos militares, Diretiva n.º 11/CEMFA/2013.

FAP, 2013b: Organização e Normas de Funcionamento da Direção de Manutenção de Sistemas de Armas, MCLAFA 305-6.

FAP, 2015: Manual de Operação da Manutenção do Sistema de Armas F-16, MBA5 503-3, setembro de 2015.

FAP, 2017a: Despacho n.º 32/2017, de 30 de maio – Chefe de Estado Maior da Força Aérea.

FAP, 2017b: Diretiva de Planeamento da Força Aérea 2017-2022, Diretiva n.º 04/2017, de 24 de fevereiro.

FAP, 2017c: Plano Anual de Atividade (PAA), de 24 de fevereiro.

Inf. N.º 3457/2017 da DIVREC, de 1 de março.

Inf. N.º 3476/2016 da DIVREC, 29 de fevereiro.

Inf. N.º 7131 /2018 da DIVREC, de 2 de maio.

#### Bases de Dados

Anuários Estatísticos da Força Aérea Portuguesa (Anos: 2000, 2001, 2003 a 2017).

Informação extraída diretamente do PLUSMG, SIGDN e SIPAV.

Mapas do Custo da Hora de Voo do arquivo histórico (Anos: 1996 a 2017).

Relatório Anual de Atividades de 2017.

Relatório Anual de Manutenção de Aeronaves (Anos: 2015, 2016, 2017).

Relatórios de Gestão da Força Aérea Portuguesa (Anos: 2007 a 2016).

## 8. Anexos

### Anexo A - SOI adquiridos em estado de uso

As razões para adquirir um SOI usado podem ser de várias ordens, sendo que o preço reduzido pode ser um fator decisivo.

Não obstante, uma compreensão total do comportamento dos custos ao longo de todo o ciclo de vida é decisiva para uma tomada de decisão eficiente. O investimento inicial menor esperado terá de ser balanceado face aos custos operacionais e de manutenção superiores. Para além disso, a depreciação dependerá da vida útil esperada remanescente do SOI.

Durante a fase de *Pre-Concept e Concept*, dificilmente haverão modificações em relação às especificações técnicas do SOI, considerando que o sistema já está produzido e essas fases já foram executadas (da perspetiva do primeiro utilizador). No entanto, no que diz respeito ao potencial comprador, este é o momento-chave para decidir se se compra um SOI usado. Essa decisão deve ser tomada com base num estudo cuidadoso que pondere todos os LCC do material usado contra a opção de comprar um novo.

Durante o processo de aquisição, a nação adquirente consultará a nação pré-utilizadora e solicitará informações sobre o LCC do SOI. Os dados originais podem ser transferidos ou comprados e incluídos no pacote de ofertas. Além disso, o *Original Equipment Manufacturer* e os outros utilizadores desse SOI devem ser considerados fontes valiosas para a obtenção de dados.

Devido à possibilidade de existirem diferentes padrões na extração e tratamento dos dados, podem haver diferenças entre os estados e organizações comerciais (CBS, estrutura de forças, propósito / uso do equipamento, regras orçamentais nacionais, entre outras). Se as diferenças forem muito acentuadas, o recurso a um consultor independente pode ser útil e a transferência dos dados de LCC originais e pré-processados para uma ferramenta de *Life Cycle Costing* da nação interessada é uma atividade recomendada. Os custos de transferência e treino devem ser previamente estimados e previstos de acontecer nesta fase.

Na fase de *Development*, depois de se ter decidido comprar um SOI em segunda mão, haverá a necessidade de integrar esse SOI no ambiente existente. Os custos com esta integração serão maiores consoante a complexidade do ambiente futuro e a quantidade de interfaces necessárias para se interligar aos recursos existentes.

A fase de *Production*, com a ressalva de pequenas atividades de adaptação do proprietário anterior, é considerada não aplicável no caso de material.

Anteriormente à fase de utilização o adquirente terá de pensar no seu próprio conceito de suporte logístico. Dependendo deste conceito de operações poderá haver um paralelismo com a nação detentora anterior. No entanto, isso não invalida a necessidade do adquirente de realizar os seus próprios cálculos, na medida em que a analogia pode não se aplicar integralmente.

Em relação à fase de *Utilization and Support*, uma outra motivação para comprar um SOI usado pode ser para o usar como suporte para peças de reposição. Isso é comumente chamado de “políticas de canibalização”. Antes do material voltar para o armazenamento, este deve ser analisado, provavelmente reparado e devidamente embalado até ao próximo uso. Dependendo do estado do mesmo, o LCC pode aumentar.

Em geral, o material usado possui um MTBF diferente do novo, pelo que os cálculos devem ter em conta as diferentes expectativas de vida. Tal poderá estar associado a falhas, inclusive pode ocorrer uma falha antecipada do SOI como um todo. Além disso, provavelmente a cobertura por garantia já não será exigível no caso de SOI usado.

Torna-se claro que o risco técnico e financeiro aumenta nas decisões de tal índole. Isso aumenta o LCC, que deve ser avaliado numa análise de risco e pode ser expresso com uma sobretaxa de risco. Um estudo económico do LCC para peças novas e peças usadas (incluindo a dita sobretaxa de risco) revela-se como a maneira mais eficiente.

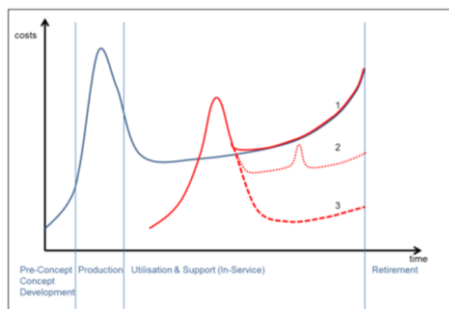
Ao considerar a compra de SOI usados é importante ter em consideração a obsolescência e, principalmente, a diminuição ou perda iminente de fontes de manufatura, quer ao nível de fabricantes de itens, fornecedores de itens ou matérias-primas. Isso poderá ocorrer mais cedo do que se de um SOI novo se tratasse, uma vez que o tempo de vida do SOI será menor. Tal deve-se ao facto de existir uma correlação entre o tempo e a diminuição de fontes de manufatura.

Na fase de *Retirement*, de modo geral, não são apresentadas diferenças significativas e comparação com o *phase-out* de SOI novos.

A figura 13 demonstra o custo de um SOI usado ao longo do seu ciclo de vida. O gráfico a azul ilustra uma distribuição típica de LCC enquanto que o gráfico vermelho exibe os custos de um SOI usado. Em relação a este último, a curva é semelhante, mas mais comprimida. Dependendo da utilização após a aquisição, vários tipos de curvas são possíveis. Seguem-se três exemplos possíveis.

O primeiro exemplo mostra uma utilização semelhante à do primeiro utilizador;

No segundo gráfico, o utilizador de segunda mão tem de fazer um investimento maior devido a obsolescências



ou diminuição de fontes de manufatura;

A terceira curva ilustra um exemplo em que o material é usado para reabastecer o stock de peças de reposição.

Figura 13 - Custos de um SOI usado ao longo do ciclo de vida

Fonte: OTAN (2018a)

## Anexo B – Exemplo Prático da OTAN

Recorreu-se ao CATLOC para elaborar o CBS. De acordo com os autores, a tarefa mais importante é a definição dos custos a incluir no modelo e a forma de os calcular.

Seguindo os princípios da OTAN (OTAN, 2003, 2007a) um elemento de custo (*cost atom*) deve ser definido em cinco dimensões: recurso, atividade, produto, tempo e cliente. O CATLOC permite a implementação deste princípio e ainda a definição dos *cost atoms* em função dessas cinco dimensões, originando *cost drivers*, que são: material (produto), tarefa (atividade), recurso (recurso), estação (cliente) e tempo (tempo).

Na aplicação do método de engenharia, pelo facto de não ter sido disponibilizada a totalidade dos dados necessários, foram realizados mais cálculos e/ ou aproximações que inevitavelmente conduziram a mais erros

e, por razões de confidencialidade, recorreu-se a dados públicos disponíveis que são de confiabilidade média baixa, em detrimento de fontes nacionais em que esta é considerada alta.

#### Dados organizacionais e operacionais

Foram definidas métricas de tempo de acordo com o perfil operacional do SOI:

TOW- tempo médio operacional em guerra por SOI em horas por ano;

TOS – tempo médio operacional em missões *Search And Rescue* (SAR) por SOI em horas por ano;

TOH – tempo médio em operação gasto em porto estrangeiro por SOI em horas por ano;

TSB – tempo médio de operação em *stand-by* por SOI em horas por ano.

O Tempo Operacional (TO) é expresso pela soma do TOW, TOS e do TOH.

Foi ainda definido o TSS – tempo médio em *stand-still* por SOI em horas por ano, ou seja, o período em que o SOI se encontrava em manutenção.

Assim, pelo modelo a soma do TO com o TSB e o TSS corresponde ao total de horas disponíveis num ano (8760 horas/ano).

Uma vez que os dados disponibilizados se encontravam em dias por ano, houve a necessidade de os transformar numa mesma unidade de análise: horas/ano.

Através dos períodos definidos foram calculadas duas outras métricas: UTILF e UTILS. O UTILF é o fator de utilização que descreve a média de tempo operacional e o UTILS é o fator de utilização que descreve a média de tempo operacional em mar, ou seja, a operar em teatro de operações.

$$UTILIF = \frac{TO}{8760} \quad UTILS = \frac{TOW + TOS}{8760}$$

De seguida foram descritas algumas incertezas em relação aos dados fornecidos e foram estabelecidos pressupostos.

Os tipos de custos considerados encontram-se divididos da seguinte forma:

#### 1) Operação

- a) Custo com Operadores: No navio foi indicado o número de lugares disponíveis bem como as pessoas que efetivamente embarcaram. O modelo analisado considera o número de lugares disponíveis e é indicado o custo médio com os salários do pessoal operacional.

Para outros tipos de pessoal (que não operacional) os custos encontram-se espelhados nos Custos de Manutenção.

- b) Consumíveis e fluidos: Neste ponto são tratados dados técnicos e económicos em relação ao consumo de combustível, óleos e lubrificantes, bem como outros consumíveis exceto partes reparáveis.
  - i) Combustível: Os dados referentes ao combustível encontravam-se em litros por ano, pelo que através do preço médio do combustível foi possível estimar o custo anual despendido com este.
  - ii) Óleos e lubrificantes: Devido à falta de dados fiáveis apenas foi possível fazer uma estimativa grosseira do consumo de óleos e lubrificantes. No modelo foi assumido que o consumo de óleos e lubrificantes representa 15% do consumo de combustível.

- iii) Comida e água: Através de uma estimativa do consumo diário de água do navio, tendo em conta o número total de pessoas, dias a bordo e o custo médio por litro da água, foi possível estimar o custo médio do consumo total de água. Não foram feitos comentários em relação aos géneros alimentares.
- iv) Outros consumíveis: No modelo poderiam ter sido considerados outros consumíveis como eletricidade e outro material operacional. Como não foram obtidos dados desse âmbito, esses não foram considerados.
- c) Munições: Foi considerado o custo médio do uso de munições por ano.

## 2) Suporte e Organização

Neste ponto foram definidos os quatros diferentes tipos de manutenção desenvolvidos: a manutenção de nível organizacional (OLM) é realizada a bordo ou no porto pela tripulação e consiste na reparação de falhas através da troca de peças, manutenção preventiva, corretiva e ações de monitorização.

Na manutenção de nível intermédio (ILM) e *depot* (DLM) (as ações são desenvolvidas pela *Navy Maintenance Establishment* (NME) e consistem em ações de manutenção programada realizadas de acordo plano de manutenção anual, que incluem ações complexas como a reparação das peças substituídas, as quais, depois de uma verificação, são adicionadas ao stock. A inspeção anual e teste de contentores pressurizados e elevadores são sempre realizadas pela NME, tal como as atividades de calibração de equipamentos. A tripulação pode auxiliar as tarefas realizadas e as horas despendidas por esta estão incluídas na manutenção de nível organizacional. A manutenção de nível intermédio em comparação com a *depot* carece de menos tempo de preparação. Os únicos custos considerados foram os custos médios de mão de obra direta por hora. A manutenção ao nível do contratante (CLM) é a manutenção realizada pela indústria. Este contratante possui conhecimento especializado sobre o SOI e equipamentos especializados para realizar as ações de manutenção da forma mais eficiente possível. O custo do suporte logístico do contratado capta os custos de uso de pessoal especializado e os custos de transporte relacionados com as ações de manutenção.

## 3) Operações de Suporte Logístico

Neste grupo encontram-se os seguintes elementos: documentação; *Packing, Handling, Storage & Transporting* (PHST); instalações; treino e dispositivos de treino e sistemas de informação relacionados.

- a) Atualização da documentação: Foi estimado um custo da documentação inicial de 8-10% em relação ao custo total de aquisição, supondo que o fabricante do SOI era experiente, apenas existia este exemplar ou poucos tinham sido produzidos, e que a classe *Rotterdam* tinha sido um dos primeiros entregues aos clientes. Considerou-se que as atualizações anuais correspondiam em média 10 a 15% do custo inicial.
- b) Treino contínuo: Entende-se como os cursos necessários para aprender a operar e manter o SOI. Tem-se em conta o volume de treino, o tipo de treino, o custo por tipo de treino, o número de dispositivos de treino usados e o custo de aquisição e manutenção dos mesmos. Uma vez que não foram disponibilizados dados pelo RNLN supôs-se que o custo anual de treino fosse menos 10%

que o custo de atualizações da documentação. Essa assunção exclui o custo inicial de aquisição dos dispositivos de treino, bem como os eventuais treinos iniciais.

- c) PHST: Os dados obtidos do RNLN foram:
  - i) Custos do material para manuseamento das *Government Owned Stores*;
  - ii) Custos Homem-Hora de manuseamento das *Government Owned Stores*

Inicialmente foram considerados parâmetros como a capacidade de armazenamento, percentagem de áreas de armazenamento utilizadas no navio, custos de armazenamento ou custo por m<sup>3</sup>, entre outros, que, pela falta de dados, foram removidos do CBS.

#### Dados técnicos

A duração expectável de vida do SOI foi fornecida pelo RNLN e corresponde a 30 anos. Foi usado o CBS genérico definido no SAS-054, em conjugação com o SAS-028 e para a definição do *System Breakdown Structure* genérico, utilizaram-se publicações da OTAN sobre custeio de Navios.

Apresentou-se um exemplo da estrutura analítica do sistema através de uma folha de excel que deve incluir para cada *item* do *System Breakdown Structure* a taxa de falha (FRT).

A taxa de falha total de um subsistema (TFRT) deve ser igual à soma da FRT dos seus componentes listados com a taxa de falha residual, por forma a cobrir a taxa de falha dos componentes que não estão listados, ou seja:

$$TFRT_{\text{subsistema}} = FRT_{\text{componentes listados}} + FRT_{\text{residual}}$$

#### 4) Manutenção e Suporte

##### a) Inputs para a manutenção

Os inputs para a manutenção incluíam informações relativas a: identificação do *item* (IID); descrição (DESCR) do *item* em mais detalhe (pode incluir tarefas de manutenção preventiva ou o modo de falha); unidade-mãe (MID) que indica a identificação da unidade-mãe; tipo (TYPE) que determina se um *item* é reparável, parcialmente reparável ou descartável e se é primário ou secundário; quantidade por *item*-mãe (QTYPM) que contém o número de *items* idênticos por unidade-mãe; preço (PRICE) que indica o preço unitário por *item* e a taxa de falha<sup>28</sup> que contém o número de falhas por um milhão de horas de operação.

O TYPE subdivide-se, entre outras categorias, em: LRU; SRU (*item* secundário reparável substituído num LRU, SRU, PRU ou SPRU); DU (*item* primário descartável substituído diretamente no sistema); DP (*item* secundário descartável substituído num LRU, SRU, PRU ou SPRU de nível 2 e 3); PRU (*item* primário parcialmente reparável substituído diretamente no sistema); SPRU (*item* secundário parcialmente reparável substituído num LRU, SRU, PRU ou SPRU).

##### b) Manutenção Corretiva

---

<sup>28</sup> Este valor é obrigatório por *item* e também pode ser dado ao nível do sistema. A FRT por *item* não se deve unicamente a falhas, devendo também incluir todas as substituições, nomeadamente aquelas do tipo “nenhuma falha encontrada”.



A manutenção corretiva (CM) e as ações relacionadas com esta estão geralmente associadas uma FRF/MTBF. O método de engenharia procura estabelecer relações entre as FRT do sistema e os custos gerados por essas taxas de falha. O modelo considera duas ações como pertencentes à manutenção corretiva: ações de substituição e ações de reparação.

i) Dados de Substituição

Uma ação de substituição pode ocorrer a qualquer nível de manutenção. Pode ser a substituição de um *item* primário reparável (LRU e DRU) e, nesse caso, a substituição é de OLM ou a substituição de um *item* secundário reparável defeituoso ou descartável, o que significa que a ação de substituição é de ILM ou DLM ou mesmo CLM.

Note-se que o modelo não olha para as substituições de OLM realizadas por pessoal desse nível, uma vez que essas ações estão incluídas na capacidade de manutenção da tripulação e já estão capturadas na sua remuneração. Devido à natureza do sistema, certas substituições de itens importantes e / ou dispendiosos podem apenas ser realizadas em ILM, DLM ou CLM, ou seja, quando o sistema principal está no porto. Os dados recolhidos dizem respeito a ações de substituição necessárias de OLM por pessoal não pertencente à tripulação.

Os dados necessários para os cálculos são: o local onde a CM ocorre (LRE); o tempo médio para substituir (MTTRP); o número de pessoas necessárias para a substituição (NMTRP); custo médio do material usado na substituição (CMRP); o custo médio de transporte devido a substituições (CMTRP); a fração média das taxas de falha que origina ações de substituição executadas por pessoal externo (ACMC); a fração média das taxas de falha que leva a ações de substituição executadas por pessoal da NME a bordo ou em porto estrangeiro (ACMRP); o custo médio por *item* para pessoal externo, incluindo os custos de consumíveis (CMRPC); o custo médio do consumo de consumíveis para substituições de CM (CMRPCC); o custo médio da hora-homem para ações de substituição executadas pela NME (MHCCMRP); o valor de custo médio para ações de transporte por ano devido a ações de CM (TRCCMRP); o custo médio por ano para pessoal externo, incluindo o custo de consumíveis (CMRPEX).

Tendo como base esses dados, foram definidos pressupostos, como por exemplo, se o LRE ocorrer ao nível Organizacional e a ação de substituição for executada pela tripulação, somente deverá ser inserido o CMRP. Se o valor CMRP não for conhecido para cada uma das unidades substituídas a bordo, deve ser inserido um custo médio para o consumo de material na substituição de OLM no parâmetro CMRPCC.

ii) Dados de Reparação

Estes dados referem-se às ações de reparação realizadas a todos os níveis de manutenção em LRU ou SRU. Os dados não incluem as ações de reparação realizadas durante os períodos de manutenção programada. Uma ação de reparação é considerada principalmente, neste exemplo, como uma substituição de um SRU ou DP num LRU ou noutra SRU, que já foi removido do sistema principal. Devido a essa caracterização, existem semelhanças entre os inputs de dados das ações de reparação e de substituição. De seguida apresentar-se-iam os parâmetros usados.

c) Dados de manutenção preventiva

Os principais períodos de manutenção preventiva (PM) seguem o tempo do calendário durante a vida útil do sistema e ocorrem a cada três anos e a cada seis anos. Os dados de custo dessas ações foram fornecidos pelo RNLN e implementados no modelo.

Outros tipos de PM podem ser decididos pelo contratante. Esses períodos podem se referir a todo o sistema ou apenas a subsistemas ou LRUs.

As ações de PM incluem ações de substituição e reparação, mas o modelo não faz diferenciação entre estas como faz no caso das ações de CM. Muitos outros custos podem resultar de ações de PM, como custos administrativos ou custos de transporte. Com o intuito de manter o modelo simples optou-se por não considerar tais custos.

- d) Equipamento de teste e suporte

Não foram disponibilizados dados e não foram feitos pressupostos.

- e) Consumo de peças sobressalentes

Um custo anual para reabastecimento relativo às peças sobressalentes foi fornecido pelo RNLN e implementado no modelo.

- f) Modificações e restaurações

Não foram disponibilizados dados e não foram feitos pressupostos.

- g) Suporte Logístico Industrial

Não foram disponibilizados dados e não foram feitos pressupostos.

#### Suporte Indireto

Para este custo, foram obtidos e implementados no modelo os seguintes dados:

- a) Custos de material gerados pelo Comando da Marinha (Sede, Pessoal e Operações).  
b) Custos de hora-homem gerados pelo Comando da Marinha (Sede, Pessoal e Operações).

### **Anexo C - Caracterização das Entrevistas**

**Tabela VIII – Caracterização das Entrevistas**

<b>Posto</b>	<b>Entrevistado</b>	<b>Organização</b>	<b>Serviço</b>
<i>Coronel</i>	Santos	FA	DMSA
<i>Capitão</i>	Alves	FA	DAT
<i>Tenente</i>	Monte	FA	DMSA
<i>Coronel</i>	Santiago	FA	DIVPLAN <sup>29</sup>
<i>Major</i>	Pinto	FA	DEP
<i>Tenente-Coronel</i>	Rodrigues	FA	DIVOPS
<i>Brigadeiro-General</i>	Lobão	FA	DFFA
<i>Tenente-Coronel</i>	Meireles	FA	DMSA
<i>Major</i>	Moreira	FA	CLAFa
<i>Tenente-Coronel</i>	Silva	FA	DIVOPS
<i>Coronel</i>	Nogueira	FA	DMSA
<i>Tenente-Coronel</i>	Reis	FA	DIVREC
<i>Coronel</i>	Gorgulho	DGRDN	DSQA <sup>30</sup>
<i>Brigadeiro-General</i>	Saúde	FA	DEP

<sup>29</sup> Divisão de Planeamento.

<sup>30</sup> Direção de Serviços de Qualidade e Ambiente (DSQA).

Anexo D - Quadros-Resumo da Aplicação do *Life Cycle Costing*

Tabela IX – Quadro Resumo

Área	Problema	Solução
Adaptação Organizacional	Não existe um órgão CIPT nem a atribuição das funções inerentes a este, a outro já existente	Criação da figura CIPT ou
		Atribuição dessas responsabilidades a outro órgão já existente
	Não há o acompanhamento/ monitorização dos custos do ciclo de vida	Realização do acompanhamento dos custos de ciclo de vida para cada frota
	O CERD não é atualizado de forma sistemática/programada	Definição dos momentos de atualização do CERD
	Dificuldade em conjugar conceitos/conhecimentos na discussão da gestão do ciclo de vida dos SA	Elaboração de um manual sobre <i>Life Cycle Costing/Management</i> que incorporasse uma parte conceptual, permitindo uma clarificação de conceitos
Recolha e Processamento da Informação	Ausência de bases de dados históricas dos custos que concorrem para o LCC dos SA	Definição dos custos que concorrem para o LCC (custos diretos + custos indiretos variáveis)  Implementação da NCP 27 do SNC-AP (subsistema de Contabilidade de Gestão)
	Recolha de dados acarreta um grande esforço e intervenção de várias pessoas	Criação de um processo para que a base de dados fosse alimentada automaticamente
	Maior ênfase no custo de aquisição em detrimento da sustentabilidade	Formação de uma área de fiabilidade robusta dedicada ao acompanhamento de índices de fiabilidade
Sistemas de Informação	PLUSMGM com informação que não se encontra refletida no SIGDN	Implementação da NCP 5 do SNC-AP
	SIGMA-ABAST já não cumpre na plenitude a função de gestão do material aeronáutico	Migração do SIGMA-ABAST e do SIAFA-GESTMAT para o SIGDN
	Vencimentos são geridos no SIPAV	Migração do SIPAV para o SIG-RH

Tabela X - Diagrama dos Sistemas de Informação

Sistema de Informação	Conteúdo
<i>SIGDN</i>	SI onde se encontra a informação financeira
<i>SIGMA-ABAST</i>	SI utilizado na gestão do material aeronáutico
<i>SIAGFA-GESTMAT</i>	SI utilizado na gestão do material aeronáutico, com melhor interface
<i>SIGNET</i>	Permite o registo dos consumos de combustível na UB. Possui ligação ao SIGDN
<i>SIPAV</i>	SI onde são geridos os vencimentos
<i>PLUSMGM</i>	SI que possibilita o registo dos consumos de potencial de cada componente da aeronave. É a ferramenta primária de gestão da manutenção
<i>SIGOP</i>	SI onde se encontra o número de horas de voo

## Anexo E – Resenha Histórica

Portugal entrou na era dos F-16 com o programa Peace Atlantis I através da assinatura da *Letter of Offer and Acceptance* (LOA). Este programa permitiu a aquisição aos EUA, em 1994, de 20 aeronaves novas F-16 Block 15 OCU (17 F-16A e 3 F-16B) com motores *Pratt & Whitney* e suporte logístico inicial, tal como, peças de reposição, equipamentos de apoio, instrução de pilotagem e de manutenção, entre outros (Coutinho et al. 2011).

No final da década de 1990 foi tomada a decisão de adquirir uma segunda frota de F-16 e em 30 de novembro de 1998 foi assinada uma LOA com os EUA, referente à aquisição, recuperação e modificação da 2ª Esquadra de F-16. Surge assim o Peace Atlantis II, no qual foram cedidas 25 aeronaves (21 F-16A e 4 F-16B) na condição de *Excess Defense Articles* (EDA), das quais cinco para usar como sobressalentes (Coutinho et al., 2011).

Em junho de 2000 Portugal aderiu ao *Multi-National Fighter Program*<sup>31</sup> e assegurou a sua participação no programa MLU. Integrou assim os *European Participating Air Forces* (EPAF), um grupo restrito de utilizadores do F-16 MLU, o que permitiu tanto a recolha de experiências decorrentes da utilização e modernização das aeronaves destes, como a partilha de custos<sup>32</sup> (Silva, 2012), o que tornou possível a operacionalidade continuada do F-16 MLU (FAP, 2006).

Em 2001, a FA é autorizada a modernizar os 40<sup>33</sup> F-16 dos programas Peace Atlantis I e II para o padrão MLU. Com o programa de atualização MLU Portugal passaria a operar uma versão de F-16 com a mesma configuração de quatro países de referência na Europa (Bélgica, Dinamarca, Holanda e Noruega) e também dos EUA (Mais Alto, 2014).

Tal como foi preconizado no Sistema de Forças Nacional a FA atingiu a capacidade operacional prevista de 30 aeronaves atribuídas para operação, passando a deter nove aeronaves remanescentes. Face ao pedido formal da Roménia para a aquisição de 12 aviões F-16MLU foi desenvolvida uma estratégia de incorporação de mais três F-16 cedidos pelos EUA em condição EDA, que seriam posteriormente modernizados, usando a capacidade da indústria aeronáutica nacional (Resoluções do Conselho de Ministros n.º 55/2012, de 21 de agosto e n.º40-A/2014, de 26 de junho). O término do exercício de 2017 coincide com o fecho do ciclo operacional da entrega das 12 aeronaves F-16 e motores à Roménia.

---

<sup>31</sup> Este programa cooperativo tem como objetivo assegurar a interoperabilidade e a normalização das aeronaves F-16 dos seus utilizadores.

<sup>32</sup> Através de *Cost Share Agreements*. Envolve a partilha e conseqüente redução de custos por um conjunto de países que, de outra forma, teriam de os suportar na totalidade.

<sup>33</sup> Das 40 aeronaves, uma delas foi acidentada com perda total.

**Anexo F – Tratamento de dados****Tabela XI - Tratamento de dados quantitativos**

	Nº Aeron. Atribuídas	Nº Aeron. Disponíveis	Nº Aeron. Prontas	Nº Ações Man. Programada	Horas Man. Programada	Nº ações Man. Inopinada	Horas Man. Inopinada	Nº Ações Man. Linha da Frente	Horas Man. Linha da Frente	Nº Avarias
2009	30	11,64	7,96	5422	203404,53	2682	106668,83	1247	46244,167	889
2010	30	13,39	10,95	6825	220298,87	3964	112729,6	4271	69686,2	1399
2011	45	14,08	8,78	9674	223275,77	4793	127823,67	5677	51230,867	1494
2012	45	19,8	14,56	9406	186982,43	4814	104786,9	8353	61823,167	1311
2013	30	21,5	15,49	9622	176856,43	5625	111088,83	9424	73761,767	1326
2014	30	23,4	14,15	10299	171484,2	5884	101774,93	11558	75047,4	1316
2015	30	20,02	11,8	8869	138338,67	7697	138659,5	7421	55229,667	1796
2016	30	20,28	9,83	10647	114781,17	7010	108033,33	8513	42816,5	1788
2017	30	16,29	8,96	12046	118440,33	8010	102829,67	13667	47649,833	1835

**Tabela XII – Tratamento de dados financeiros**

	NHV	POL	MCU	Reparações e Revisões	RDE	IOG/IEX	POR	PMR	Índice de atualização
1996	3183,00	4 331 586,49 €	415 558,52 €	537 781,62 €	200 445,88 €	24 444,62 €	1 109 785,70 €	4 253 363,71 €	1,535948415
1997	3924,00	5 724 353,97 €	494 697,26 €	954 059,00 €	359 244,44 €	23 557,01 €	1 071 844,06 €	3 539 441,09 €	1,500829016
1998	3751,00	4 577 453,87 €	142 702,40 €	1 663 031,80 €	329 313,23 €	21 954,22 €	1 037 336,67 €	2 288 726,94 €	1,463224155
1999	4050,00	5 003 042,76 €	272 156,26 €	1 760 329,86 €	208 460,12 €	5 790,56 €	1 024 928,90 €	1 598 194,22 €	1,429767594
2000	3262,00	7 801 572,42 €	317 426,48 €	562 298,33 €	90 693,28 €	16 425,58 €	689 268,92 €	1 042 972,71 €	1,371360723
2001	3169,00	5 947 284,33 €	227 929,99 €	932 824,58 €	156 174,25 €	29 546,48 €	624 697,01 €	941 266,43 €	1,331942479
2002	3100,00	2 443 137,35 €	884 790,36 €	3 236 260,24 €	199 277,11 €	55 797,59 €	251 089,16 €	267 031,33 €	1,285658763
2003	3497,00	4 291 387,67 €	7 756 744,45 €	4 090 627,79 €	161 594,91 €	10 235,01 €	1 565 310,74 €	7 614 941,57 €	1,245551989
2004	3439,00	4 793 315,54 €	1 136 169,59 €	6 861 773,07 €	169 271,67 €	40 354,98 €	1 406 674,62 €	7 150 228,53 €	1,216715824
2005	3450,00	11 384 762,86 €	4 104,10 €	6 582 970,31 €	201 100,71 €	41 040,96 €	1 431 405,33 €	8 302 586,61 €	1,189593102
2006	3967,92		6 920 997,52 €	225 950,01 €					1,153712639
2007	3451,92		13 617 552,37 €	13 049 559,76 €					1,126122634
2008	3876,83		18 229 723,47 €	8 575 550,64 €					1,097692401
2009	4296,00	6 858 812,94 €	4 631 437,31 €	7 802 026,12 €	926 566,68 €		783 455,24 €	2 321 845,24 €	1,106879501
2010	4761,42	10 313 170,34 €	2 788 506,73 €	9 338 934,47 €	- €		473 301,52 €	713 988,21 €	1,091597141
2011	3744,33	10 983 057,50 €	2 501 666,83 €	6 641 948,92 €	133 280,37 €		770 945,69 €	1 325 861,94 €	1,053156913
2012	2694,25	7 801 125,07 €	2 510 731,41 €	5 928 816,37 €	30 253,79 €		1 009 966,38 €	1 407 161,83 €	1,024770763
2013	3314,58	8 550 834,62 €	4 894 734,81 €	3 234 938,47 €	31 112,58 €		1 011 742,49 €	1 372 423,35 €	1,022011333
2014	3808,33	9 405 896,62 €	3 428 094,93 €	3 593 888,75 €	157 032,13 €		960 025,40 €	2 089 463,04 €	1,024880999
2015	3743,00	7 118 718,99 €	3 883 596,86 €	7 039 337,37 €	41 397,07 €		1 004 273,23 €	6 463 670,45 €	1,01988357
2016	3550,00	6 365 871,78 €	3 872 287,37 €	7 634 754,54 €	30 860,07 €		1 227 543,06 €	7 888 764,44 €	1,0137
2017	3700,00	7 679 536,25 €	5 454 230,00 €	6 302 613,00 €	36 148,00 €		1 260 037,00 €	9 405 003,00 €	

Por forma a manter a continuidade das variáveis em análise, os valores de IOG/IEX foram somados aos valores de Reparações de Revisões.

As dotações referentes a combustíveis e lubrificantes encontravam-se agrupadas através do FC POL. A partir de 2016 essas dotações foram desagregadas e, para além disso, foi recolhido o montante referente aos químicos consumidos.

Neste trabalho as dotações referentes a químicos não foram consideradas pelo facto de se procurar preservar a continuidade dos pressupostos seguidos, bem como dos custos recolhidos.

Na tabela XIII apresentam-se esses valores desagregados.

**Tabela XIII – Desagregação do Fator de Custo POL**

Ano	Combustível	Lubrificantes	Químicos	POL (sem químicos)
2016	6 229 924,52	49 913,00	190 236,00	6 279 837,52 (sem atualização)
2017	7 626 077,25	53 459,00	127 255,00	7 679 536,25

**Tabela XIV – NHV e quantidade de litros de combustível consumido em Território Nacional**

	NHV TN	Quantidade (litros) em TN	Preço Médio Móvel do SIGDN	Preço total
2012	2411,333	8151191	0,81 €	6 621 741,33 €
2013	3112,75	9803169	0,82 €	7 989 651,29 €
2014	2655,75	8799871	0,78 €	6 886 592,95 €
2015	3417,9167	13085618	0,68 €	8 920 109,25 €
2016	2962,4167	12191169	0,52 €	6 344 318,55 €
2017	2887,0833	10041891	0,52 €	5 217 884,39 €

**Tabela XV – Quantidade de litros de combustível**

**total e Preço por litro**

	Quantidade (litros)	Preço médio móvel (litro)
2011	15716000	0,68299 €
2012	9430254	0,81236 €
2013	10769147,25	0,81501 €
2014	10485845,47	0,78258 €
2015	14708847	0,68167 €
2016	14056019	0,52040 €
2017	13983311	0,51961 €

**Tabela XVII – Total de Efetivos Operacionais**

Efetivo Operação	
CHV 2016 (dados do SIPAV outubro 2016)	
E201	10
E301	7
<b>Total</b>	17
CHV 2017 (dados do SIPAV outubro 2017)	
E201	12
E301	7
<b>Total</b>	19

**Tabela XVI – Total de Efetivos da Manutenção**

Efetivo Manutenção			
	% Dedicada aos F-16 Portugueses		
CHV 2016 (dados SIPAV outubro 2016)			
E201	1	66	66
E301	1	8	8
BA5 CGM	0,78	18	14,04
BA5 EMA	0,73	110	80,3
BA5 EMAE	0,8	37	29,6
BA5 EMAT	0,8	54	43,2
<b>Total</b>		241,14	
CHV 2017 (dados do SIPAV outubro 2017)			
E201	1	66	66
E301	1	9	9
BA5 CGM	0,92	17	15,64
BA5 EMA	0,887	120	106,44
BA5 EMAE	0,9384	39	36,5976
BA5 EMAT	0,9617	56	53,8552
<b>Total</b>		287,5328	

## Anexo G – Correlações

Tabela XVIII – Correlação de Pearson

		POL	MCU	Reparações e Revisões
NHV	Correlação de Pearson	,291	,040	,574
	Sig. (2 extremidades)	,447	,918	,106
	N	9	9	9
Nº aeronaves atribuídas	Correlação de Pearson	,373	-,672*	-,031
	Sig. (2 extremidades)	,323	,047	,938
	N	9	9	9
Nº aeronaves disponíveis	Correlação de Pearson	-,198	,041	-,722*
	Sig. (2 extremidades)	,609	,917	,028
	N	9	9	9
Nº aeronaves prontas	Correlação de Pearson	,101	-,158	-,697*
	Sig. (2 extremidades)	,795	,686	,037
	N	9	9	9
Nº Ações de Man. Programada	Correlação de Pearson	-,040	,189	-,492
	Sig. (2 extremidades)	,919	,627	,179
	N	9	9	9
Horas Man. Programada	Correlação de Pearson	,699*	-,566	,141
	Sig. (2 extremidades)	,036	,112	,718
	N	9	9	9
Nº ações Man. Inopinada	Correlação de Pearson	-,323	,364	-,245
	Sig. (2 extremidades)	,397	,335	,525
	N	9	9	9
Horas Man. Inopinada	Correlação de Pearson	,159	-,250	,238
	Sig. (2 extremidades)	,683	,516	,537
	N	9	9	9
Nº Ações Man. Linha da Frente	Correlação de Pearson	-,076	,321	-,613
	Sig. (2 extremidades)	,846	,400	,079
	N	9	9	9
Horas Man. Linha da Frente	Correlação de Pearson	,522	-,239	-,531
	Sig. (2 extremidades)	,150	,536	,141
	N	9	9	9
Nº total de avarias	Correlação de Pearson	-,151	,120	,106
	Sig. (2 extremidades)	,698	,759	,786
	N	9	9	9

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).