

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA**

2012/2013



TII

O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL NA FORÇA AÉREA

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL NA FORÇA AÉREA

CAP/ENGAER Marco António Pereira Milharadas

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA 12/13

Pedrouços 2013



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL NA FORÇA AÉREA

CAP/ENGAER Marco António Pereira Milharadas

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 12/13

Orientador: TCOR/TMMA Joaquim Manuel Martins do Vale Lima

Pedrouços 2013



Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiro ao meu orientador, Tenente-Coronel Vale Lima, por ter aceitado o desafio de me orientar, pelo apoio disponibilizado e pela forma como me encaminhou para a aplicação do método de investigação, que me era totalmente estranho.

Ao Tenente-Coronel Páscoa da DIVOPS, que me proporcionou o primeiro contacto com esta temática e apresentou a abordagem da Força Aérea ao assunto, demonstrando sempre toda a disponibilidade. Também da DIVOPS, gostaria de agradecer ao Tenente-Coronel Batista, ao Tenente-Coronel Dionísio e ao Major Figueiredo.

Ao Major Cardoso da DAT/RMI, pela partilha de conhecimento e dados disponibilizados acerca do consumo de combustível nas aeronaves na Força Aérea. Um agradecimento ainda ao Engenheiro Barros da DAT.

Aos comandantes das Esquadras de Voo, pela sua pronta colaboração e disponibilização para preenchimento dos questionários, com um reconhecimento particular ao Tenente-Coronel Bernardino, ao Major Gonçalves e ao Major Estrela, pela perspetiva do ponto de vista operacional que me proporcionaram.

Ao Engenheiro Nuno Leal da TAP, por ter dispensado o seu tempo e partilhado o conhecimento sobre programas de eficiência de combustível, Representa sem dúvida um ponto de contacto por excelência, para futuros trabalhos da Força Aérea nesta área.

Ao Capitão-de-Mar-e-Guerra Coelho da Palma, Chefe do Gabinete de Ligação aos Adidos de Defesa e Militares do Estado-Maior General das Forças Armadas, por proporcionar o contacto com representantes de outras forças aéreas de países amigos.

Aos militares estrangeiros que corresponderam aos pedidos de informação e se disponibilizaram para partilhar o seu conhecimento e da respetiva instituição.

Ao Tenente-Coronel Guerra e ao Major Santos da DIVREC, pela elucidação das diversas metodologias de cálculo do custo e do preço da Hora de Voo.

Ao pessoal da DEP, em particular à Major Alice Rodrigues, sempre disponível para dialogar e contribuir com ideias e perspetivas de investigação.

Aos camaradas do curso CPOS/FA, cuja companhia e entajuda tornaram o curso mais simples e agradável.

À minha família, que sempre me apoiou e motivou, nesta e em todas as outras etapas da minha vida.

Por último, mas não menos importante, à Sofia, que me deu forças e apoiou de forma incondicional, compreensiva e paciente ao longo deste percurso.



Índice

| | |
|--|----|
| Introdução | 1 |
| 1. Enquadramento..... | 4 |
| a. Programas de Eficiência de Combustível..... | 5 |
| (1) TAP Portugal | 5 |
| (2) Lufthansa | 7 |
| (3) USAF | 8 |
| 2. Consumo de Combustível na FAP | 11 |
| 3. Programa de eficiência de combustível na FAP..... | 14 |
| a. Medidas implementadas na FAP e resultados | 15 |
| b. Monitorização da eficiência de combustível | 20 |
| c. Implementação de medidas adicionais | 22 |
| d. Programa de eficiência de combustível na FAP: como melhorar?..... | 25 |
| Conclusões | 27 |
| Bibliografia | 32 |

Índice de Anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo A – Mapa Conceptual..... | A-1 |
| Anexo B – Questionário realizado às Esquadras de Voo | B-1 |
| Anexo C – <i>Email</i> de pedido de informação enviado aos adidos militares..... | C-1 |
| Anexo D – Proposta de composição do grupo de trabalho para o estudo da eficiência energética das aeronaves da FAP..... | D-1 |
| Anexo E – Respostas ao Questionário (apenas em formato digital)..... | E-1 |



Índice de Apensos

| | |
|---|---------|
| Apenso 1 – FCB 1/2012 da Esquadra 504 (apenas em formato digital)..... | Aps-1-1 |
| Apenso 2 – Resposta oficial do Ministério Federal da Defesa Alemão (BMVg) (apenas em formato digital) | Aps-2-1 |
| Apenso 3 – Resposta oficial do Ministério da Defesa Nacional Canadiano (apenas em formato digital) | Aps-3-1 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura nº 1 – Peso relativo dos combustíveis operacionais na FAP - 2012..... | 11 |
| Figura nº 2 - Consumo total e específico por aeronave – 2012 | 12 |
| Figura nº 3 - Evolução da média anual do preço de compra de JP8 pela FAP (€/litro)..... | 12 |
| Figura nº 4 – Prática de medidas para eficiência de combustível pelas esquadras de voo da FAP | 17 |
| Figura nº 5 - Variação de consumo específico 2011-2012 (litros/HV) face à Meta de Gestão | 19 |
| Figura nº 6 - Número de medidas com viabilidade de implementação por esquadra..... | 23 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela nº 1 - Principais medidas de eficiência de combustível implementadas na TAP | 6 |
| Tabela nº 2 - Medidas apresentadas no questionário às Esquadras FAP..... | 15 |
| Tabela nº 3 - Variação do consumo específico por SA (litros/HV) 2011-2012 | 18 |



Resumo

Uma das estratégias à qual as companhias aéreas recorrem para reduzir os custos operacionais são os programas de conservação de combustível. Sendo a eficiência de combustível nas operações uma estratégia que permite resultados imediatos e com baixo investimento, justifica-se investigar o programa de eficiência de combustível na operação dos Sistemas de Armas adotado pela Força Aérea Portuguesa, com vista à identificação de potenciais melhorias do mesmo, que é o propósito deste trabalho.

A investigação passou necessariamente por um levantamento e estudo de programas de eficiência de combustível de outros operadores de aeronaves, quer do setor comercial, quer de forças aéreas estrangeiras. Essencial foi ainda a caracterização do consumo de combustível nas aeronaves da Força Aérea, o que contribuiu para a interpretação da situação atual no âmbito da eficiência de combustível. Constatou-se que foi desenvolvido um esforço na organização para reduzir o consumo de combustível nos Sistemas de Armas, através de alterações de procedimentos na operação das esquadras de voo, obtendo-se resultados significativos. Apesar disso, este trabalho de investigação permitiu identificar falhas na forma como a Força Aérea encara a eficiência de combustível, e apontou soluções para as mesmas. Verificou-se que a monitorização da eficiência de combustível efetuada pela organização deve ser melhorada, de forma a considerar os parâmetros com maior influência no consumo de combustível.

A pesquisa realizada permitiu concluir que o programa de eficiência de combustível na operação dos Sistemas de Armas da Força Aérea deve evoluir para uma abordagem mais sistemática, coordenada e interdisciplinar, potenciando todas as vantagens económicas e ambientais da eficiência de combustível na operação das aeronaves. Isso permitiria à organização alcançar metas mais ambiciosas de poupança de combustível, beneficiando ainda de um aumento da segurança de voo, proporcionado pelo maior acompanhamento do consumo de combustível, maior atenção e consciência da situação.

O trabalho culmina com a apresentação de recomendações de ordem prática para a Força Aérea Portuguesa, no sentido de melhorar o programa de eficiência de combustível existente.



Abstract

One of the strategies adopted by airlines to reduce operating costs is fuel conservation programs, also known as fuel efficiency programs. Since fuel efficiency in operations is a strategy that potentially allows immediate results with low investment, one can justify the investigation of the fuel efficiency program in the operation of the Weapons Systems, adopted by the Portuguese Air Force, aiming to identify potential improvements to it, which is the purpose of this work.

The investigation started necessarily on an exhaustive survey of fuel efficiency programs used by other aircraft operators, whether in airlines, or in foreign air forces. It was also essential to characterize the consumption of fuel in Air Force aircraft, which contributed to the understanding of the current situation regarding fuel efficiency. It was found that the Air Force made an effort in order to reduce the fuel consumption in aircraft, by modifying procedures in the operation of the flight squadrons, achieving significant results. Nevertheless, this research work identified some flaws in the way the Air Force faces fuel efficiency, and pointed the necessary solutions. Regarding those flaws, we found that the fuel efficiency monitoring performed by the Air Force should be improved, in order to consider the parameters with the highest influence on fuel consumption.

The research concluded that the program of fuel efficiency in the operation of the Portuguese Air Force aircraft should evolve into a more systematic, coordinated and interdisciplinary approach, enhancing the economic and environmental benefits of fuel efficiency in the operation of aircraft. That would allow the Air Force to reach more ambitious goals regarding fuel saving, and also benefit from increased flight safety, provided by the improved monitoring of fuel consumption, required attention and situational awareness.

The work concludes with the presentation of practical recommendations for the Portuguese Air Force, towards the improvement of the existing fuel efficiency program.



Palavras-chave

Eficiência de Combustível, Consumo de Combustível, Poupança de Combustível, Medidas Operacionais, Operação Aérea, Aeronave, Força Aérea Portuguesa.



Lista de Abreviaturas

APU – *Auxiliary Power Unit*

CEMFA – Chefe do Estado-Maior da Força Aérea

CG – Centro de Gravidade

DAT – Direção de Abastecimento e Transportes

DAT/RMI – Repartição de Material de Intendência da DAT

DEP – Direção de Engenharia e Programas

DIVOPS – Divisão de Operações

DIVOPS/RAM – Repartição de Análise e Métodos da DIVOPS

DIVREC – Divisão de Recursos

DMSA – Direção de Manutenção de Sistemas de Armas

EPR – Entidade Primariamente Responsável

FAP – Força Aérea Portuguesa

GPU – *Ground Power Unit*

HV – Horas de Voo

IATA – *International Air Transport Association*

JP8 – *Jet Propellant 8*

M€ – Milhões de Euros

M\$ – Milhões de Dólares Americanos

POC – Ponto de Contacto

RAM – Repartição de Análise e Métodos

RE – Regime de Esforço

RMI – Repartição de Material de Intendência (da DAT)

SA – Sistemas de Armas

SIG – Sistema Integrado de Gestão

UA – Unidades Aéreas

USAF – *United States Air Force*



Introdução

As despesas com combustíveis de aviação representam a maior fatia dos gastos operacionais diretos das companhias aéreas, com um aumento incrível nos últimos anos, tendo já ultrapassado os gastos com pessoal (Morrison, 2011). Para além dos elevados custos do combustível, as crescentes preocupações ambientais tornam a utilização eficiente do combustível na aviação uma tarefa essencial, dado que a indústria da aviação é responsável por uma parte cada vez mais significativa das emissões de carbono antropogénicas (Lee, 2009).

Se essa utilização eficiente do combustível é primordial para as companhias aéreas, não deixa de o ser quando aplicada em organizações sem fins lucrativos mas com orçamentos limitados, como são as forças aéreas.

Como descreve S.Ex^a o General Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA), vivemos “Num quadro de elevada restrição orçamental” (FAP, 2012, p. I). Nesse sentido, torna-se fundamental aumentar a eficiência, otimizando os meios disponíveis e continuando a atingir os objetivos pretendidos. Potenciais poupanças serão, à partida, mais significativas nas áreas onde a despesa é maior.

Analogamente ao que acontece nas companhias aéreas comerciais, uma parcela importante no orçamento da Força Aérea Portuguesa (FAP) é destinada ao combustível utilizado nas aeronaves. Em 2012, a despesa com combustível de aeronaves representou aproximadamente 19,44 milhões de euros (M€) (DAT, 2013), constituindo dessa forma mais de metade dos gastos diretos da operação aérea.

Se a atividade da FAP depende da operação das aeronaves, e conseqüentemente da utilização de combustíveis, torna-se imperativo identificar formas viáveis de utilizar eficientemente o combustível, sem prejuízo do cumprimento das missões. Uma das formas de se conseguir uma maior eficiência de combustível (*fuel efficiency*) passa por alterações de procedimentos de operação que influenciem o consumo de combustível (Viegas, 2012). De facto, tais medidas são já sobejamente conhecidas nas grandes companhias aéreas comerciais, nas quais existem programas dedicados ao acompanhamento e melhoria contínua da eficiência de combustível.

Não alheia a iniciativas dessa natureza, e como consequência das restrições orçamentais, em 2012 a FAP desenvolveu esforços no intuito de implementar medidas operacionais de eficiência de combustível nos seus Sistemas de Armas (SA) e acompanhar os respetivos resultados. Neste sentido, este trabalho de investigação tem como objetivo avaliar potenciais medidas conducentes à melhoria desse programa de eficiência de



combustível na operação dos SA da FAP, contribuindo assim para a redução do custo de exploração dos mesmos.

Dada a fase embrionária em que a FAP se encontra, no âmbito do programa de eficiência de combustível, optou-se por uma análise abrangente, no sentido de identificar melhorias e estabelecer linhas gerais de orientação para o programa. Considerou-se que uma investigação desse âmbito seria mais proveitosa para a organização do que a realização de análises técnicas a medidas de eficiência específicas, com a qual se corria o risco de limitar o contributo do trabalho, caso se concluísse que a viabilidade ou os benefícios de implementação das medidas selecionadas fossem diminutos.

Esta investigação contribuirá ainda para a sensibilização da importância da eficiência energética ao nível da exploração dos SA, encaminhando a nossa organização para alcançar metas mais ambiciosas nesse âmbito.

Para se alcançar este objetivo de forma científica e organizada, seguiu-se o Método de Investigação em Ciências Sociais, segundo Quivy e Campenhoudt (1998), tendo-se formulado, para linha condutora da investigação, a seguinte pergunta de partida:

“De que forma se pode melhorar o programa de eficiência de combustível adotado pela FAP?”.

Para orientar a resposta a esta pergunta, procedeu-se à construção do modelo de análise, tendo-se formulado as hipóteses seguintes:

Hipótese 1 – A FAP implementou medidas que permitiram economizar combustível e atingir a meta proposta.

Hipótese 2 – A monitorização da eficiência de combustível nos SA da FAP deve ser melhorada.

Hipótese 3 – Existem medidas operacionais com vista à eficiência de combustível nas aeronaves da FAP, ainda não introduzidas, com viabilidade de implementação.

As hipóteses acima mencionadas constam no mapa conceptual desenvolvido para o efeito (Anexo A).

O presente trabalho encontra-se estruturado em três capítulos. No primeiro capítulo será feito um enquadramento do tema em estudo e a revisão da literatura acerca da eficiência de combustível, expondo o atual estado da arte neste domínio, essencial ao estabelecimento da perspetiva de análise a adotar. No capítulo seguinte irá ser caracterizada a situação atual na FAP no que diz respeito ao consumo e eficiência de combustível. O terceiro capítulo será dedicado à apresentação da metodologia de recolha de dados, ao tratamento dos mesmos e à fase de verificação das hipóteses apresentadas.



Com os resultados dos testes das hipóteses, culminar-se-á o capítulo procurando responder à pergunta de partida.

Finalmente, nas Conclusões, será feito um resumo do trabalho, realçando-se os mais importantes contributos do mesmo. Termina-se o trabalho expondo recomendações no sentido de melhorar a eficiência no consumo de combustível na FAP.



1. Enquadramento

Dada a sua pertinência, a redução do consumo de combustíveis em aeronaves é um assunto que tem sido alvo de inúmeros projetos e programas de implementação, principalmente por companhias aéreas comerciais, mas também por forças aéreas estrangeiras. Esses programas resultaram principalmente no estudo e aplicação de medidas e iniciativas concretas com vista à redução do consumo de combustível, na avaliação do impacto e eficácia dessas medidas, e na monitorização dos parâmetros associados à eficiência de combustível.

Mas o que é concretamente, a **eficiência de combustível**?

No contexto deste trabalho, define-se eficiência de combustível como a relação entre os resultados conseguidos e a quantidade de combustível utilizado. Quanto mais os resultados produzidos, considerando o objetivo pretendido com o voo (mais distância percorrida, passageiros ou carga transportados, horas de voo realizadas, tempo de treino efetuado, etc.), e quanto menos combustível utilizado, maior a eficiência de combustível. Na presente perspetiva, persegue-se o aumento da eficiência de combustível tentando minimizar a variável da quantidade de combustível gasto, e mantendo o resultado operacional de um voo ou missão aérea.

No sentido de aumentar a eficiência de combustível, a *International Air Transport Association* (IATA) propôs uma estratégia de diminuição do consumo de combustível, com vista também à redução das emissões de carbono, composta por quatro pilares: Tecnologia, relacionada com os fabricantes de aeronaves e motores no sentido de desenvolverem soluções mais eficientes em termos de utilização de combustível; Infraestruturas, envolvendo melhorias nos sistemas de gestão de tráfego aéreo e infraestruturas aeroportuárias; Medidas Económicas, relacionadas com as taxas e comércio de emissões de carbono; por fim Operações, o último pilar, e que é primariamente uma responsabilidade dos operadores das aeronaves, como as companhias aéreas (IATA, 2009).

É esse pilar, de eficiência nas Operações, que potencialmente conduz à diminuição imediata dos consumos de combustível, sendo possível de implementar com baixo investimento de capital. É nas medidas e iniciativas operacionais de eficiência de combustível que o presente trabalho irá focalizar-se, indo de encontro à proposta de Trabalho de Investigação Individual.

Torna-se assim importante definir o conceito de **medidas operacionais de eficiência de combustível**. Na perspetiva que seguiremos neste trabalho, uma medida ou iniciativa operacional de eficiência de combustível consiste na alteração ou na adoção de



práticas e procedimentos na operação da aeronave que influenciem o consumo de combustível, reduzindo-o, sempre no pressuposto de que a segurança de voo não é colocada em causa e o voo ou missão é realizado sem prejuízo. Essas práticas e procedimentos podem ser adotados na fase de planeamento de voo, preparação e configuração da aeronave, operações em terra e em voo, e operações de manutenção.

Devido ao importante cariz económico da eficiência de combustível, foram empresas com fins lucrativos quem primeiro encetou os investimentos nessa área. Surgiram na aviação conceitos como “*Fuel Efficiency*” e “*Fuel Conservation*”, tendo sido criados grupos de trabalho, programas e projetos nas companhias aéreas comerciais, como por exemplo TAP Portugal, Lufthansa, Air Canada, Air Transat, British Airways e Delta Air Lines. Também os fabricantes de aeronaves como Airbus e Boeing e os construtores de motores, como Pratt & Whitney, cedo se dedicaram à poupança de combustível.

A investigação efetuada sobre os programas de eficiência de combustível de outros grandes operadores de aeronaves, quer civis quer militares, sem dúvida marca a perspetiva de análise do presente trabalho, ao estabelecer bases de comparação, modelos e requisitos do que poderia ser um programa para a FAP.

Para avaliar potenciais medidas que beneficiem o programa de eficiência de combustível, na operação dos SA da FAP, é ainda necessário avaliar o que já foi feito pela organização, os respetivos resultados, e a forma como estamos a monitorizar a eficiência de combustível. Adicionalmente, importa avaliar quais das iniciativas que temos como exemplo de outros operadores se poderiam adotar nas esquadras de voo da FAP, sem prejuízo da segurança de voo ou da missão.

Para uma panorâmica das particularidades e requisitos dos programas de eficiência de combustível e das suas potencialidades, são apresentados de seguida alguns dos projetos estudados, tanto de companhias aéreas comerciais, como da Força Aérea dos Estados Unidos da América (USAF).

a. Programas de Eficiência de Combustível

(1) TAP Portugal

A TAP é a grande companhia aérea portuguesa e, por essa razão, foi solicitado o seu contributo para o presente trabalho. Em 2011, esta empresa gastou 717 M€ em combustível, constituindo esse valor mais de 30% dos seus custos operacionais (Viegas, 2012). Com a instabilidade dos preços dos combustíveis e o aumento da competitividade do setor, as margens de lucro diminuem cada vez mais, sendo essencial a procura



permanente pela eficiência. Assim, em 2005, a TAP iniciou o seu programa de eficiência de combustível nas aeronaves, recorrendo aos serviços de uma empresa consultora especializada, a *Flight Sciences International* (Leal, 2013). Nesse arranque de projeto, foi criado na TAP um grupo de trabalho composto por todas as áreas cuja atividade pudesse ter impacto direto ou indireto no consumo de combustível, nomeadamente pessoal das operações de voo e pilotos, do suporte técnico, da manutenção e engenharia, de operações de terra, de *marketing* e de finanças, num total de aproximadamente 25 pessoas. Foram identificados, para cada uma das áreas, os processos com impacto no consumo de combustível, assim como potenciais iniciativas e medidas que pudessem contribuir para um aumento da eficiência.

Inúmeras medidas foram tomadas até hoje, sendo sempre efetuado um estudo prévio avaliando o possível impacto das mesmas. Essas medidas foram acompanhadas de forte sensibilização através do reforço da comunicação interna. Na Tabela nº 1 indicam-se as principais iniciativas implementadas pela TAP, nas diferentes vertentes.

Tabela nº 1 - Principais medidas de eficiência de combustível implementadas na TAP

Fonte: TAP

| Operações em Voo | Operações em Terra | Manutenção e Engenharia | Catering / Equipamento do Avião | Planeamento |
|---|--|--|--|---|
| Subida Económica (<i>Econ Climb</i>) | Otimização do centro de gravidade (CG) do avião | Lavagem de motores para recuperação de <i>performance</i> | Redução do peso de refeições e bebidas | Implementação de um novo sistema de planos de voo - "LIDO" |
| Redução da utilização do APU (<i>Auxiliary Power Unit</i>) | | | Redução do número de revistas e catálogos a bordo | Otimização de rotas, altitudes de voo e <i>Cost Index</i> |
| Configuração de <i>Flaps</i> minimizada à aterragem e descolagem | | | Utilização de coletes de salvação e garrafas de oxigénio de baixo peso | Otimização do combustível de contingência |
| Operações de <i>Taxiing</i> com apenas um motor | Adequação da quantidade de água potável a bordo de acordo com a duração do voo e nº de passageiros | Tarefas de manutenção para redução do atrito aerodinâmico das superfícies do avião | Utilização de contentores e trolleys de peso reduzido | Redução do excesso de combustível transportado (<i>overfueling</i>) |
| Potência de descolagem otimizada para o peso total da aeronave e condições atmosféricas | | | Remoção de equipamento a bordo avaliado como desnecessário | Comparação do consumo de combustível calculado com o realmente consumido, para cada voo |
| Utilização a baixa potência do inversor de impulso (<i>Idle Reverse</i>) | | | | |

Um dos problemas apontados no início do projeto foi a falta de dados para monitorizar e acompanhar o programa e os seus resultados. Foi necessário identificar e registar outros parâmetros que afetassem o consumo de combustível, para além da distância ou Horas de Voo (HV), tais como o peso transportado, o fator de degradação da



performance dos motores e velocidades de operação. Como indicador de controlo, também se passou a monitorizar a percentagem de voos em que se utilizava apenas um motor para *taxiing*, *flaps* reduzidos, e outros indicadores para verificar se as medidas estavam a ser cumpridas.

A TAP estabeleceu ainda, para cada aeronave, o conceito *Cost-of-Weight*, custo por Kg transportado, atualizando constantemente esse parâmetro. O *Cost-of-Weight* é utilizado sempre que se pretende avaliar alterações que tenham impacto no peso do avião.

Se, no início, o problema era a falta de dados, posteriormente foi a falta de metodologia de análise dos mesmos a grande dificuldade, que apenas recentemente começou a ser ultrapassada (Leal, 2013). O tratamento e análise de dados são de extrema importância para o sucesso de um programa desta natureza, permitindo acompanhar a evolução do consumo de combustível, a evolução da performance da frota e a adesão às políticas de eficiência de combustível. Os dados são recolhidos dos computadores de bordo dos aviões, do sistema de planos de voo, dos relatórios das equipas de preparação em terra e do relatório e plano de voo preenchidos pela tripulação. Todos são armazenados, tratados e avaliados numa base de dados específica de acompanhamento da eficiência de combustível.

O aumento da eficiência em 2011 face a 2010 permitiu à TAP economizar 3.200 toneladas de combustível. Tendo como referência o ano de início do projeto (2005), essa diminuição do consumo de combustível durante o ano de 2011 ascende às 18.000 toneladas, equivalentes a cerca de 15 M€ (Viegas, 2012).

(2) Lufthansa

Outra grande companhia aérea europeia que continuamente investe na eficiência de combustível é a alemã Lufthansa. Em outubro de 2009 a Lufthansa iniciou um novo projeto intitulado “*Fuel Efficiency*”, com o objetivo de reduzir o consumo de combustível em operações de voo. Até ao momento, foram desenvolvidos mais de 100 subprojectos, correspondendo a cada um uma medida ou iniciativa (Lufthansa, 2013). A companhia apenas apresenta algumas dessas medidas, mas principalmente expõe indicações genéricas, como procedimentos de voo otimizados, gestão eficiente do espaço aéreo, otimização de processos em terra, redução do peso da aeronave e aperfeiçoamentos técnicos.

Uma das medidas apresentadas é a utilização, pela tripulação, de *Electronic Flight Bags*, que para além de reduzirem peso a bordo, substituindo os pesados mapas, listas e manuais, têm funcionalidades adicionais e são mais fáceis e económicos de atualizar. Outra



medida é o cálculo automático do Centro de Gravidade (CG) do avião, que permite otimizar a distribuição da carga a bordo, permitindo uma poupança de combustível estimada na ordem dos 0,5%, que corresponde a cinco milhões de litros de combustível por ano considerando toda a frota.

A Lufthansa desenvolveu ainda o “*Fuel Reporter*”, *software* que permite efetuar uma recolha automática de dados, que antes era efetuada manualmente, e o estudo da influência de diversos parâmetros no consumo de combustível, poupando muito tempo na análise da informação.

Esta companhia aérea enfatiza a importância da redução de peso na eficiência de combustível, estimando que a redução de apenas 1 Kg em cada um dos aviões da frota se traduz na poupança de 25 toneladas de combustível por ano.

Tal como a TAP, a Lufthansa salienta a importância da coordenação de todos os intervenientes diretos ou indiretos nas operações de voo, e que o caminho para a excelência envolve uma abordagem abrangente – *comprehensive approach*.

Desde o ano 2000, o grupo Lufthansa conseguiu diminuir o consumo específico de combustível (litros/passageiro.Km) em mais de 8%.

(3) USAF

Relacionados com o aumento da eficiência de combustível através de medidas operacionais, existem em curso inúmeros projetos e programas de diferentes companhias aéreas; proliferam estudos, teses e trabalhos específicos para analisar o contributo de medidas operacionais de poupança de combustível nas companhias comerciais. Toda essa informação foi sem dúvida imprescindível para a realização deste trabalho.

Todavia, ao investigar conhecimentos equivalentes relativos à aviação militar, apercebemo-nos que a quantidade de informação disponível é consideravelmente menor. Existe uma exceção, a da USAF, cujos resultados reafirmam os benefícios de programas de eficiência de combustível, comuns na aviação comercial civil, em organizações militares como a FAP.

O Departamento da Defesa norte-americano é o maior consumidor de energia dos Estados Unidos da América, sendo o combustível aeronáutico, consumido pela USAF, o maior contribuinte para tal. Para se ter uma ideia, no ano 2011 a USAF gastou 8.342 milhões de dólares (M\$) em combustível para a operação das aeronaves, correspondentes a 7% do total do seu orçamento (Donley, 2012). Não sendo essa uma situação nova, o Secretário da Força Aérea Michael Donley estabeleceu, como parte da estratégia energética



da USAF, o objetivo de diminuir até 2015 o consumo de combustível aeronáutico por HV em 10%, tendo o ano de 2005 como referência (Donley, 2009).

Demonstrando o forte empenho nesse objetivo, a USAF tem identificadas e implementadas, particularmente nas aeronaves de transporte, mais de 70 medidas de eficiência de combustível (Samson, 2012), grande parte delas adotadas do setor comercial. Como exemplo de algumas iniciativas operacionais, tem-se a alteração de velocidades e altitudes de cruzeiro, a otimização de rotas, redução de peso da aeronave, *taxiing* apenas com um ou dois motores (consoante se trate de avião bimotor ou quadrimotor, respetivamente), otimização do CG da aeronave e lavagem de motores. O planeamento de voo é outra área em que a USAF investiu, de forma a otimizar rotas e altitudes consoante as condições meteorológicas, e a planear e utilizar apenas a quantidade necessária de combustível.

Adicionalmente, o *Air Mobility Command*, vertente do transporte aéreo da USAF, desenvolveu ferramentas como o *Mission Index Flying* (Samson, 2012), que basicamente é uma versão militar dos sistemas que calculam o *Cost Index*¹. Com esse sistema, já implementado em diversas esquadras, as tripulações calculam, automaticamente e a qualquer instante, a velocidade ótima em termos de custo, através do compromisso entre custo de combustível *versus* custos variáveis associados à HV.

Para o caso do C-130, que a FAP também opera, tem-se alguns exemplos de medidas operacionais de eficiência de combustível implementadas pela USAF, tais como eliminar procedimentos de navegação não essenciais, minimizando tempo de funcionamento dos motores no solo, configurar a aeronave para a missão específica, reduzindo o peso ao retirar equipamento acessório, desligar dois motores logo após a aterragem e recorrer a *Ground Power Units* (GPU) sempre que possível, em vez de utilizar os motores (Robson, 2012).

Com a responsabilidade de desenvolver a comunicação organizacional, ferramentas, processos e métricas que promovessem a implementação destes programas de eficiência de combustível, a USAF criou o *Aviation Fuel Efficiency Office* (USDOE, 2012). Foi ainda concebido o *Aviation Operations Working Group*, com a finalidade de promover a mudança cultural, no sentido da eficiência de combustível em operações aéreas, entre outras atribuições na área da eficiência das operações (Donley, 2009).

¹ O *Cost Index* é um fator que relaciona custos operacionais variáveis, dependentes do tempo de voo (como a manutenção da aeronave, que depende do número de Horas de Voo), *versus* custos de combustível.



Como requisito fundamental neste tipo de programas, a USAF refere a importância de uma abordagem envolvendo todos os intervenientes, ou seja, pessoal navegante, da manutenção, do planeamento de operações e da logística. Primordiais são ainda a criação de documentação que defina *standards* de planeamento e execução, o registo e análise de dados para avaliação dos resultados e a sensibilização de toda a estrutura da USAF para a eficiência de combustível. A USAF encontra-se no bom caminho para atingir o objetivo proposto, sendo que em algumas esquadras já superaram a redução de 10% de poupança, em litros/HV (USDOE, 2012).



2. Consumo de Combustível na FAP

Para avaliar alterações que possam melhorar o programa de eficiência de combustível nos SA da FAP, a investigação passou necessariamente por um levantamento de programas dessa natureza de outros operadores, quer do setor comercial, quer de forças aéreas estrangeiras. O âmago dessa pesquisa e análise foi explanado no capítulo anterior.

Não menos essencial foi a caracterização do consumo de combustível nas aeronaves da FAP e a pesquisa de trabalhos realizados nessa área. Isto contribuiu para a interpretação da situação atual da FAP no âmbito da eficiência de combustível, cuja apresentação será o propósito deste capítulo.

Os combustíveis operacionais (aeronáuticos) utilizados pela FAP são três: JP8, Avgas 100LL e JET A1. Tanto o JP8 como o JET A1 são combustíveis para motores a reação, enquanto o Avgas é utilizado em motores de pistão. A quantidade de cada um destes tipos de combustível utilizada em 2012 encontra-se na Figura nº 1.

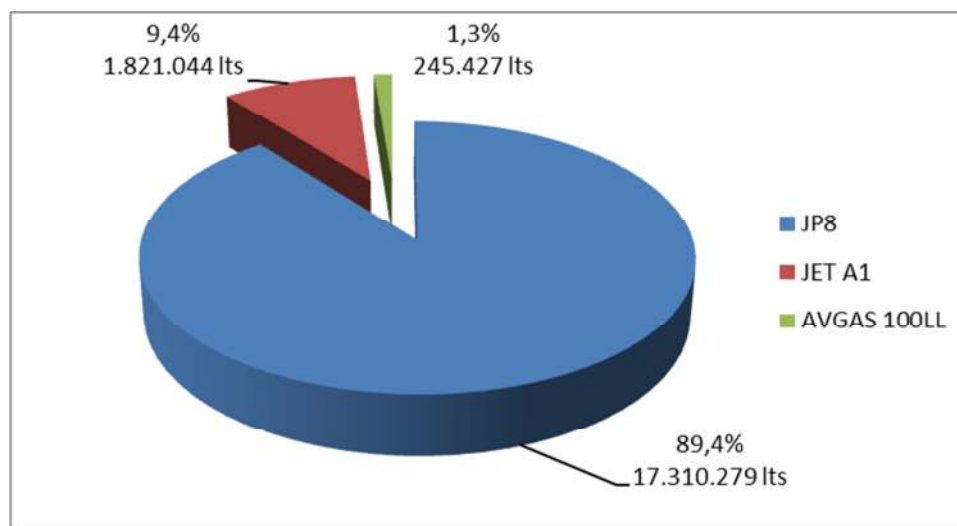


Figura nº 1 – Peso relativo dos combustíveis operacionais na FAP - 2012
Fonte: (DAT, 2013)

No ano de 2012, para o Regime de Esforço (RE) de 15037 HV, foram gastos 33,5 M€ (Páscoa, 2013), correspondendo 19,44 M€ ao combustível e o restante à sustentação dos SA. Na Figura nº 2 ilustra-se a distribuição desse consumo por aeronave, quer em valor absoluto total (litros) quer em consumo específico (litros/HV). Verifica-se que o F-16 foi o SA que consumiu mais combustível, com quase 9 milhões de litros, sendo também aquele com maior consumo específico, com 3285 litros/HV, sendo neste parâmetro acompanhado de perto pelo C-130 e P-3.

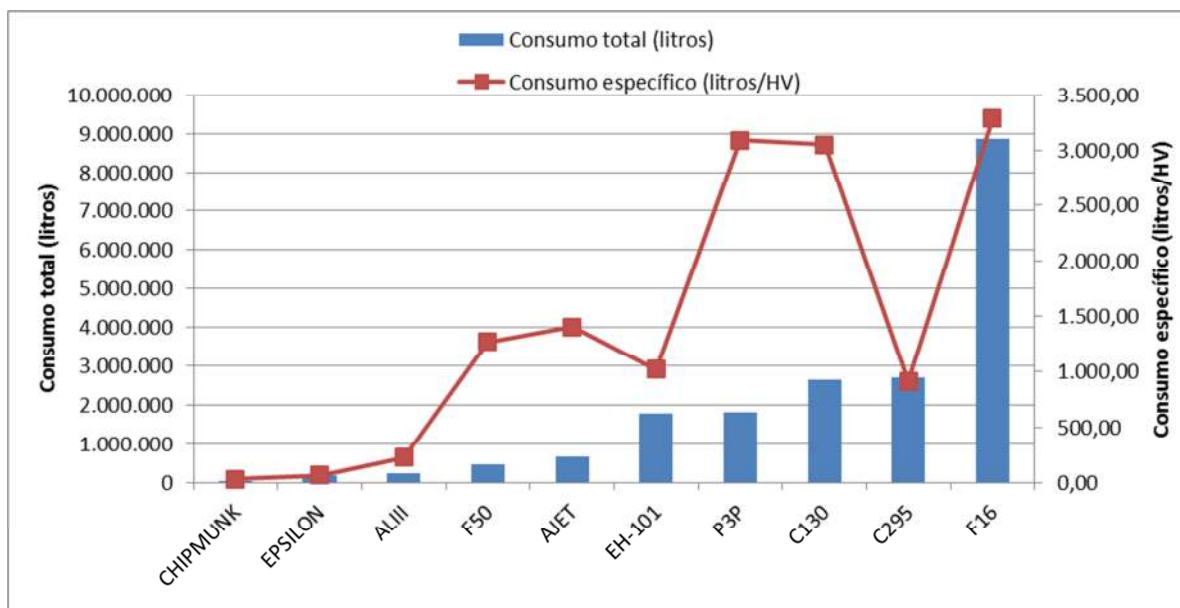


Figura nº 2 - Consumo total e específico por aeronave – 2012
Fonte: (DAT, 2013)

As operações aéreas são a base da missão da FAP, estando fortemente dependentes das restrições orçamentais supervenientes, que limitam o RE. Simultaneamente, as despesas relacionadas com o RE são mais suscetíveis de sofrer reduções com os cortes orçamentais, ao contrário de despesas fixas relacionadas com pessoal e funcionamento das Unidades (Páscoa, 2013). Adicionalmente, os gastos com combustível estão expostos à incerteza e volatilidade do preço do petróleo e por conseguinte, ao potencial risco de desvio orçamental (Caetano, 2012). A Figura nº 3 ilustra a evolução da média anual do preço de compra de JP8 pela FAP (€/litro).

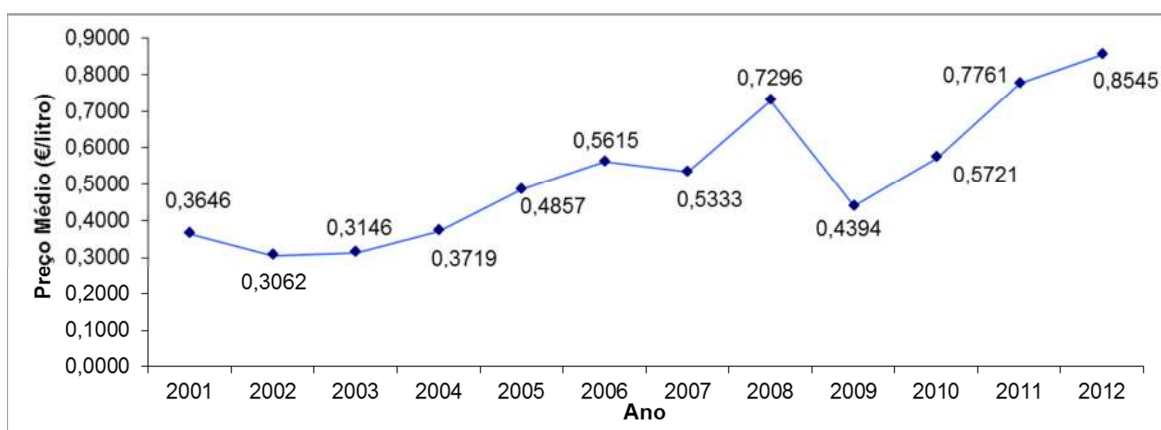


Figura nº 3 - Evolução da média anual do preço de compra de JP8 pela FAP (€/litro)
Fonte: (DAT, 2013)

A elevada volatilidade do preço do combustível, com a consequente necessidade de constantes reajustamentos do RE, levou a que a Divisão de Operações (DIVOPS)



recomendasse a poupança, pelas Unidades Aéreas (UA) em 2012, de 3% de combustível (litros/HV por aeronave) na atividade aérea, em relação aos valores de 2011 (DIVOPS, 2011). Esse objetivo de poupança ficou plasmado na Diretiva N°03/CEMFA/12 como uma Meta de Gestão Desejada para 2012, tendo esse documento estabelecido ainda que seria a Direção de Abastecimento e Transportes (DAT) a entidade responsável por controlar a evolução do consumo. Um dos objetivos deste trabalho passou então por verificar como esse objetivo de poupança de combustível foi operacionalizado e quais os resultados alcançados.

Também na área da eficiência de combustível nas aeronaves da FAP, foi realizada uma tese de mestrado para caracterização do consumo de combustível da aeronave F-16, consoante o tipo de missão e a configuração da aeronave (Correia, 2012). Esse trabalho tinha como objetivo propor recomendações para diminuir o consumo com base na metodologia *Lean*, ao realizar a mesma operação utilizando menos combustível, ou seja, ao aumentar a eficiência de combustível.

Como o fabricante da aeronave não se dispôs a partilhar dados relativos ao consumo específico do motor, o autor desse trabalho necessitou de recorrer a documentos preenchidos manualmente por pilotos e mecânicos, o que se revelou moroso, pouco prático e incompleto. Tal foi necessário pois, apesar do F-16 possuir diversos sistemas de aquisição de dados de voo relacionados com combustível, a sua programação e utilização por parte da FAP não está a ser explorada para controlo do consumo de combustível. A falta desses dados dificultou a proposta de medidas operacionais para a diminuição do consumo; porém, das recomendações apresentadas, destaca-se a necessidade de potenciar os sistemas de aquisição de dados que a aeronave dispõe para efetuar análises relacionadas com o consumo de combustível. Essas recomendações ainda não se encontram operacionalizadas.



3. Programa de eficiência de combustível na FAP

Nos capítulos anteriores, apresentou-se o objetivo deste trabalho de investigação, fez-se um enquadramento do tema e exibiu-se a atual situação do objeto de estudo. Seguindo a metodologia proposta por Quivy e Campenhoudt, no presente capítulo irá apresentar-se os resultados dos testes das hipóteses, bem como o método de recolha, o tratamento e a interpretação de dados que conduziu a esses resultados. O capítulo culmina com a resposta à pergunta de partida.

Parte considerável da informação necessária para esta investigação foi obtida através de pesquisa bibliográfica *online*. Para completar essa pesquisa, foram contactados por *email* (Anexo C) adidos militares de diversos países, assim como operadores militares europeus de C-130, obtendo dessa forma alguma informação acerca do que era feito no âmbito da eficiência de combustível por outros utilizadores militares.

Outro dos instrumentos importantes para este trabalho foram as entrevistas. Foram entrevistados comandantes de esquadras de voo da FAP, pessoal da DAT, da DIVOPS e da Divisão de Recursos (DIVREC) e gestores de SA da Direção de Manutenção de Sistemas de Armas (DMSA). Externamente à FAP foi ainda entrevistado pessoalmente um dos gestores de frota responsáveis pelo programa de *Fuel Conservation* da TAP. Por fim, recorreu-se a um questionário (Anexo B) destinado a cada uma das 11 esquadras de voo da FAP e ao qual todas deram resposta. Entre outras, esse questionário incluía perguntas relativas á adoção de 19 medidas operacionais de eficiência de combustível especificamente selecionadas, com base naquelas obtidas através da pesquisa e que poderiam eventualmente aplicar-se nas aeronaves da FAP (Tabela nº 2). O questionário revelou-se um instrumento essencial para obter, de forma organizada e comparável, informação específica relativamente às esquadras, bem como a alterações nas mesmas entre 2011-2012. Optou-se por limitar a investigação a esses dois anos pois os dados relativos ao consumo de combustível na FAP eram menos rigorosos antes da utilização da base de dados SEM-BW do Sistema Integrado de Gestão (SIG), iniciada em 2011 (Cardoso, 2012).



Tabela nº 2 - Medidas apresentadas no questionário às Esquadras FAP

| Designação | Descrição da Medida |
|------------|--|
| #1 | Cálculo otimizado do combustível de reserva/contingência. |
| #2 | Quantidade de combustível na aeronave ajustada à missão, calculado para aterrar apenas com a quantidade de reserva/contingência. |
| #3 | Aeronave configurada para a missão a desempenhar, sem equipamento adicional que implique mais peso e/ou resistência aerodinâmica. |
| #4 | Otimização do centro de gravidade da aeronave para menor consumo de combustível (normalmente o mais atrás permitido - <i>aft CG</i>). |
| #5 | Otimização da seleção de aeródromo alternativo. |
| #6 | Utilização de <i>software</i> de plano de voo que entre em conta com os parâmetros de performance da aeronave, condições meteorológicas. |
| #7 | Engine-out taxi (em caso de plurimotores, efetuar <i>taxiing</i> com motor(es) desligado(s)). |
| #8 | Preferência pela utilização do reboque para os movimentos em terra. |
| #9 | Preferência pela utilização de <i>Ground Power Units</i> e minimização da utilização de APU. |
| #10 | Configuração de <i>flaps</i> reduzidos à decolagem. |
| #11 | Fase de Subida tendo em consideração o consumo de combustível (<i>Econ Climb</i>). |
| #12 | Utilização de velocidade cruzeiro otimizada para uma relação tempo de voo/ consumo de combustível. |
| #13 | Utilização de altitudes cruzeiro otimizadas para um menor consumo de combustível |
| #14 | Otimização da descida (para aterragem) tendo em consideração o consumo de combustível. |
| #15 | Configuração de <i>flaps</i> reduzidos à aterragem. |
| #16 | Otimização do momento de configuração de <i>flaps</i> e trem de aterragem (demasiado cedo implica maiores consumos de combustível) |
| #17 | Aterragem com <i>Idle Reverse</i> . |
| #18 | Lavagem de motores/compressores (aumentando a eficiência e diminuindo consumo). |
| #19 | Minimizar <i>run-up</i> de motor ou utilização de APU para ações de manutenção, recorrendo a <i>GPU's</i> , testes ou outros equipamentos. |

a. Medidas implementadas na FAP e resultados

De forma a ir de encontro ao objetivo do trabalho, foi necessário averiguar o que a FAP fez no sentido de promover o aumento da eficiência de combustível na operação dos seus SA, e quais os resultados obtidos, o que será tratado neste subcapítulo, testando dessa forma a Hipótese 1 – “A FAP implementou medidas que permitiram economizar combustível e atingir a meta proposta”.



Decorrente da Meta de Gestão Desejada, expressa na Diretiva N°03/CEMFA/12, que definiu para 2012 o objetivo de redução de 3% no rácio de litros de combustível de aviação por HV, por frota, foi criada uma dinâmica de responsabilização transversal (DAT, 2013). Essa responsabilização envolveu, por um lado, os comandos das UA, no âmbito das suas competências de gestão, promovendo ações de sensibilização para a obtenção de poupanças reais, no consumo de combustível ao nível das esquadras de voo. Por outro lado, foram envolvidas a DAT e a DIVOPS, que ficaram incumbidas de monitorizar e acompanhar a evolução do consumo ao longo do ano.

Nesse sentido, pelo cálculo e acompanhamento da evolução do consumo de combustível (litros/HV) ficou responsável a DAT, mais propriamente a Repartição de Material de Intendência (RMI), Secção de Combustíveis e Lubrificantes. Esta Secção utiliza desde o início de 2011 a base de dados SEM-BW do SIG, que permite efetuar um controlo rigoroso do abastecimento de combustível das aeronaves, incluindo quantidade abastecida por data e por Número de Cauda (Cardoso, 2012).

A Repartição de Análise e Métodos (RAM) da DIVOPS, por seu lado, teve a responsabilidade de agregar informação da evolução dos consumos e despesas com combustível operacional, proveniente da DAT/RMI, e a informação dos custos com sustentação, provenientes da DMSA. Através da interpretação e análise desses dados, a DIVOPS/RAM geriu o orçamento do RE durante o ano de 2012 e planeou o RE do ano seguinte. Importa referir que, tanto para a DAT/RMI como para a DIVOPS/RAM, o programa de eficiência de combustível representa apenas uma entre as muitas tarefas da sua responsabilidade.

A responsabilidade de sensibilizar para o aumento da eficiência de combustível, diminuindo o consumo específico em litros/HV, ficou do lado das chefias das UA, que fizeram chegar a informação às esquadras de voo. De facto, as esquadras ficaram cientes do risco de não ser possível cumprir o RE mínimo estabelecido, caso não se operasse as aeronaves mais eficientemente (Páscoa, 2013).

Do questionário realizado às 11 esquadras de voo da FAP, foi possível retirar muita informação pertinente no sentido de testar a Hipótese 1, destacando-se:

- Nove esquadras receberam indicação da necessidade de poupar combustível, três delas por escrito;
- Oito implementaram medidas operacionais de eficiência de combustível;
- Sete consideram estar sensibilizadas para a eficiência de combustível;



- Em duas esquadras houve alterações significativas na tipologia de missão com consequências no consumo;
- Em nenhuma esquadra houve alterações ou modificações na aeronave que pudessem ter influência significativa no consumo;
- Apenas foram transmitidos procedimentos ou metodologias com vista a uma maior eficiência de combustível a duas esquadras. De um modo geral, foram os comandantes de esquadra e restante tripulação os responsáveis por investigar e implementar medidas de eficiência.

Relativamente à adoção das 19 medidas de eficiência de combustível propostas no questionário, na Figura nº 4 está indicado o número de esquadras que praticam essas medidas.

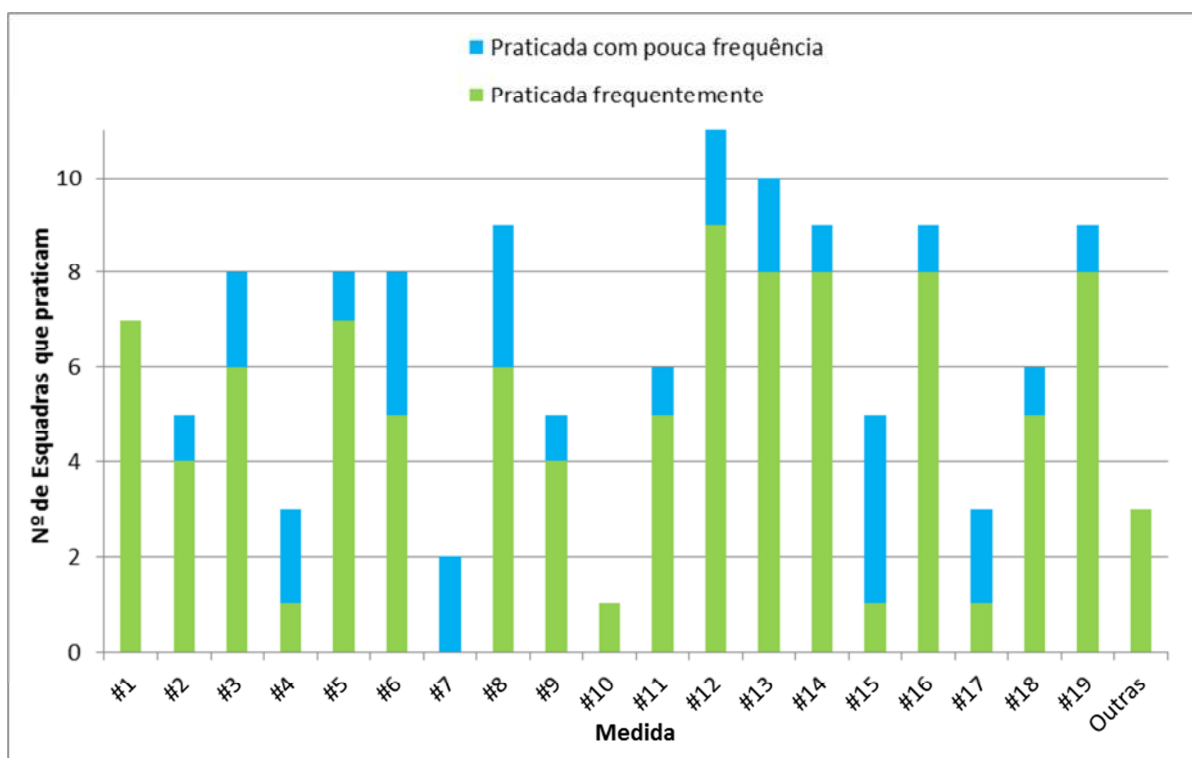


Figura nº 4 – Prática de medidas para eficiência de combustível pelas esquadras de voo da FAP
Fonte: Questionário

Da investigação realizada e dos resultados apresentados, verifica-se que houve um esforço da organização para promover a sensibilização do pessoal das esquadras de voo, no sentido de implementar medidas para reduzir o consumo específico de combustível nas aeronaves. Essa consciencialização levou a alterações de procedimentos nas esquadras, com o objetivo específico de se tornarem mais eficientes na utilização do combustível.



Para avaliar a Hipótese 1, foi também essencial verificar o impacto que a implementação das medidas nas esquadras teve na eficiência de combustível. Isso foi efetuado calculando a variação do consumo específico por aeronave entre 2011 e 2012, resultados que se encontram na Tabela n^o 3.

Tabela n^o 3 - Variação do consumo específico por SA (litros/HV) 2011-2012

Fonte: (DAT, 2013)

| UNIDADE AÉREA | ESQ. | SISTEMA DE ARMAS | ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO CONSUMO ESPECÍFICO | | |
|---------------|------|------------------|---|-----------|----------|
| | | | 2012 | 2011 | Variação |
| | | | litros/HV | litros/HV | |
| BA1 | 101 | EPSILON | 68,50 | 69,57 | -1,54% |
| BA5 | 201 | F-16 | 3.285,49 | 3.495,56 | -6,01% |
| | 301 | | | | |
| BA6 | 501 | C-130 | 3.046,49 | 3.144,11 | -3,10% |
| | 502 | C-295 | 914,79 | 915,37 | -0,06% |
| | 504 | FALCON 50 | 1.269,27 | 1.363,10 | -6,88% |
| | 751 | EH-101 | 1.018,79 | 1.063,45 | -4,20% |
| BA11 | 103 | ALPHAJET | 1.404,64 | 1.781,05 | -21,13% |
| | 552 | ALOUETTE-III | 225,38 | 223,47 | 0,85% |
| | 601 | P-3 | 3.089,06 | 3.264,58 | -5,38% |
| AFA | 802 | CHIPMUNK | 33,47 | 33,08 | 1,17% |

Verificou-se que apenas dois SA pioraram o seu consumo em litros/HV de 2011 para 2012, o Alouette-III e o Chipmunk, duas aeronaves cujas esquadras não implementaram medidas de eficiência. Há ainda a realçar, contudo, que nem todos os restantes SA conseguiram atingir a meta desejada dos 3%, como se pode observar pela Figura n^o 5.

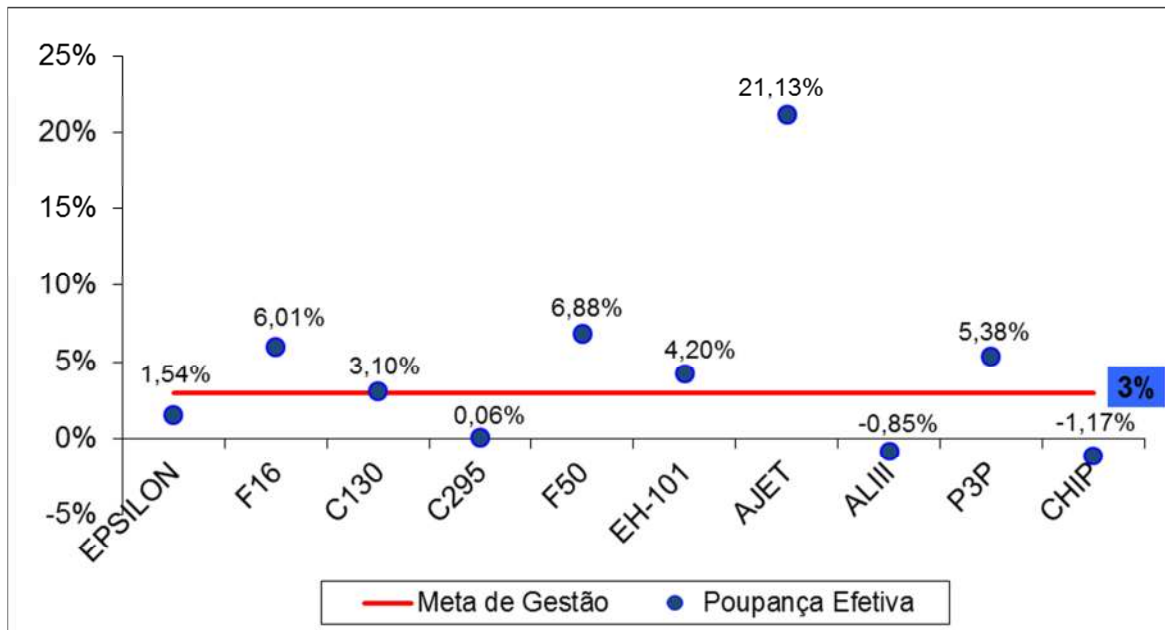


Figura nº 5 - Variação de consumo específico 2011-2012 (litros/HV) face à Meta de Gestão
Fonte: (DAT, 2013)

Apesar de nem todos os SA terem conseguido atingir a meta de gestão, a poupança total de combustível operacional efetuada em 2012, tendo como referência o ano de 2011, foi de 898.181 €, valor muito significativo que correspondeu a uma poupança global de 5,1%.

Face ao exposto, não se valida a **Hipótese 1**, visto que, apesar de se considerar que “*A FAP implementou medidas que permitiram economizar combustível...*”, nem todos os SA conseguiram “*...atingir a meta proposta*”, embora o valor global se considere satisfatório.

Apesar dos esforços desenvolvidos pela FAP para atingir um objetivo definido em termos de eficiência de combustível, os quais foram sem dúvida recompensados pelos resultados, deveria ter-se explorado melhor alguns aspetos, comparativamente com programas de outros operadores de aeronaves. A FAP não fez uma verdadeira *comprehensive approach*, pois envolveu apenas a área financeira, de planeamento e operacional, não explorando possíveis contributos da manutenção, da engenharia ou da gestão técnica. Adicionalmente, apenas a Esquadra 504 concebeu documentação (Apenso 1) onde ficaram estabelecidas alterações de procedimentos operacionais visando a redução do consumo de combustível (Batista, 2012b). As restantes esquadras deveriam igualmente ter produzido um documento idêntico, conforme as respetivas especificidades.



b. Monitorização da eficiência de combustível

Um resultado que claramente se destaca, pela observação da Figura nº 5, é a diminuição do consumo específico do Alpha-Jet em 21%, de 2011 para 2012. De acordo com Páscoa (2013) e Cardoso (2013), a FAP não realizou nenhuma análise crítica a esta extraordinária diminuição do consumo. A Esquadra 103, por sua vez, não tinha sequer conhecimento desse resultado, conforme indicado pelo seu comandante (Silva, 2013). Por ser uma redução tão elevada, averiguou-se a existência de outros fatores que a justificassem, que não as medidas de eficiência de combustível implementadas na esquadra. Concluiu-se que houve uma grande alteração à operação típica da aeronave, com influência no consumo de combustível, reduzindo-o. A 103 é uma esquadra de instrução, sendo que em 2012 não efetuou nenhuma fase quatro da instrução, a mais tática e consequentemente muito exigente em termos de operação e consumo de combustível (Silva, 2013). Em 2011 tinha sido realizada essa fase quatro.

Investigou-se ainda as razões pelas quais quatro aeronaves ficaram aquém do objetivo desejável de 3% de redução do consumo específico. Relativamente às aeronaves Epsilon, Alouette III e Chipmunk, as três esquadras que as operam não implementaram medidas de eficiência de combustível no ano de 2012, considerando-se assim os resultados coerentes. Essas esquadras não implementaram medidas ou por não lhes ter sido transmitido (Esquadra 101), ou por desconhecem essa necessidade (Esquadra 552) ou por não conseguirem identificar formas de o fazer sem colocar em causa a missão ou a segurança de voo (Esquadra 802). Relativamente ao C-295, a Esquadra 502 implementou medidas de poupança de combustível em 2012, mas apesar disso manteve o valor de consumo específico praticamente igual entre os anos 2011-2012. Mais uma vez apurou-se que houve alterações significativas na tipologia de missão com possível impacto no consumo de combustível, no sentido de o aumentar. Em 2012, cerca de 80% dos voos da esquadra foram missões operacionais, enquanto no ano anterior foram principalmente de treino e qualificação de tripulações (Bernardino, 2013).

Contrariamente aos voos de qualificação, as missões operacionais exigem normalmente tempo de espera com motores em marcha (missões de evacuação), ou motores em marcha para arranque dos sistemas de vigilância (que demora 20-25 minutos). Durante esses períodos, consome-se combustível, no entanto não são contabilizadas quaisquer HV, consequentemente aumentando o consumo específico em litros/HV. Este aumento poderá ter anulado o esforço de poupança feito pela Esquadra 502.



Estes dois casos foram os únicos que indicaram que houve uma alteração significativa na tipologia da missão da esquadra entre 2011-2012. Essa alteração não foi considerada pela FAP na avaliação da eficiência de combustível das suas aeronaves, e analisando os resultados apenas em litros/HV, pode-se interpretar que o Alpha-Jet aumentou muito a eficiência de combustível, ao passo que o C-295 manteve a sua eficiência em 2012 equivalente à de 2011. Contudo, está-se a comparar consumos de combustível de dois anos em que o tipo de operação alterou significativamente, devendo-se considerar os resultados globais obtidos apenas como indicativos. Este é um forte indício de que a monitorização da eficiência de combustível na FAP constitui um dos aspetos cuja melhoria é fundamental.

Todos os programas de eficiência de combustível pesquisados, quer das companhias comerciais, quer da USAF, referem que uma boa monitorização é fundamental para o sucesso do programa, assim como a partilha dos resultados por todos os intervenientes. De facto, muitos programas de eficiência de combustível de companhias aéreas falharam devido à falta de um sistema de monitorização integrado que permitisse a análise atempada dos dados obtidos, possibilitando uma reação célere e adequada (Viegas, 2012). Isso estimulou a TAP a investir um esforço substancial no desenvolvimento desses sistemas (Marques, 2012).

Para a USAF, os dados e a sua análise são fundamentais em qualquer programa de eficiência de combustível, pois avaliam o sucesso das iniciativas de poupança de combustível implementadas (USDOE, 2012). Uma vez que os sistemas utilizados pelas companhias aéreas para recolha e análise de dados não estão disponíveis comercialmente, a USAF criou sistemas próprios, como o *Wing Dashboard*, ferramenta *online* que calcula inúmeras métricas de avaliação da eficiência de combustível, com base nos dados armazenados. Contudo, os primeiros sistemas de análise da USAF foram simples folhas de cálculo.

Não existe uma variável única que caracterize a eficiência de combustível e se adapte a todas as situações, embora existam variáveis que têm uma maior contribuição que outras, como é o caso das HV. No caso de uma companhia aérea, o ideal será utilizar uma combinação de diversas variáveis, como HV e peso transportado (Marques, 2012).

Ao contrário do que se passa com os aviões nas companhias aéreas, na FAP a mesma aeronave pode realizar diferentes tipos de missão, sendo essencial tipificar o consumo de combustível para cada um dos tipos de missão. De acordo com Correia (2012), no caso do F-16 foi ainda necessário definir o subtipo de missão. Recorde-se desse



trabalho as dificuldades sentidas na caracterização do consumo de combustível do F-16 devido à falta de dados disponíveis.

Através dos questionários, verificou-se que a maior parte dos parâmetros, necessários para uma melhor monitorização da eficiência de combustível nas aeronaves da FAP, pode ser facilmente registada nas esquadras, embora manualmente, implicando a necessidade de os inserir numa base de dados informática para posterior análise.

A avaliação do consumo de combustível na FAP baseia-se apenas na quantidade de combustível e HV, traduzindo-se num único indicador: litros/HV. A monitorização da eficiência de combustível baseada apenas nesse indicador é claramente insuficiente, uma vez que não entra em consideração com outros parâmetros essenciais. Esses parâmetros variam consoante a aeronave, podendo ser necessário considerar, para além das HV, o tipo de missão, a configuração da aeronave, o peso transportado, entre outros. Ao desconsiderar esses parâmetros, podemos conceber interpretações erradas, como aconteceu nos casos do C-295 e Alpha-Jet.

Face ao exposto, considera-se que “*A monitorização da eficiência de combustível nos SA da FAP deve ser melhorada*”, pelo que se valida a **Hipótese 2**.

c. Implementação de medidas adicionais

O principal instrumento para avaliar a viabilidade de implementação de medidas de eficiência de combustível, ainda não introduzidas nas esquadras de voo da FAP, foi o questionário dirigido às mesmas. Para além de verificar-se a exequibilidade das 19 medidas apresentadas na Tabela nº 2, também se pretendia aferir quais as dificuldades ou entraves à sua implementação, qual a motivação nas esquadras para se implementarem mais medidas operacionais de poupança de combustível e se as esquadras consideravam que se podiam tornar mais eficientes em termos da utilização do combustível. Num programa eficiência de combustível baseado em medidas operacionais, é essencial os envolvidos estarem motivados, assim como é importante considerarem que é possível fazer melhor, e isso reflete-se nos resultados (Leal, 2013). Do questionário realizado às 11 esquadras de voo da FAP, destaca-se a seguinte informação, pertinente no âmbito do teste da Hipótese 3:

- Dez esquadras consideram estar motivadas para implementar novas medidas;
- Seis consideram que a esquadra poderia tornar-se mais eficiente na utilização do combustível, caso fosse estudado e implementado um programa nesse sentido;



- Sete consideram estar sensibilizadas para a eficiência de combustível;

Na Figura nº 6 pode observar-se o número de medidas que as esquadras consideram ser viáveis de implementar, entre as 19 do questionário.

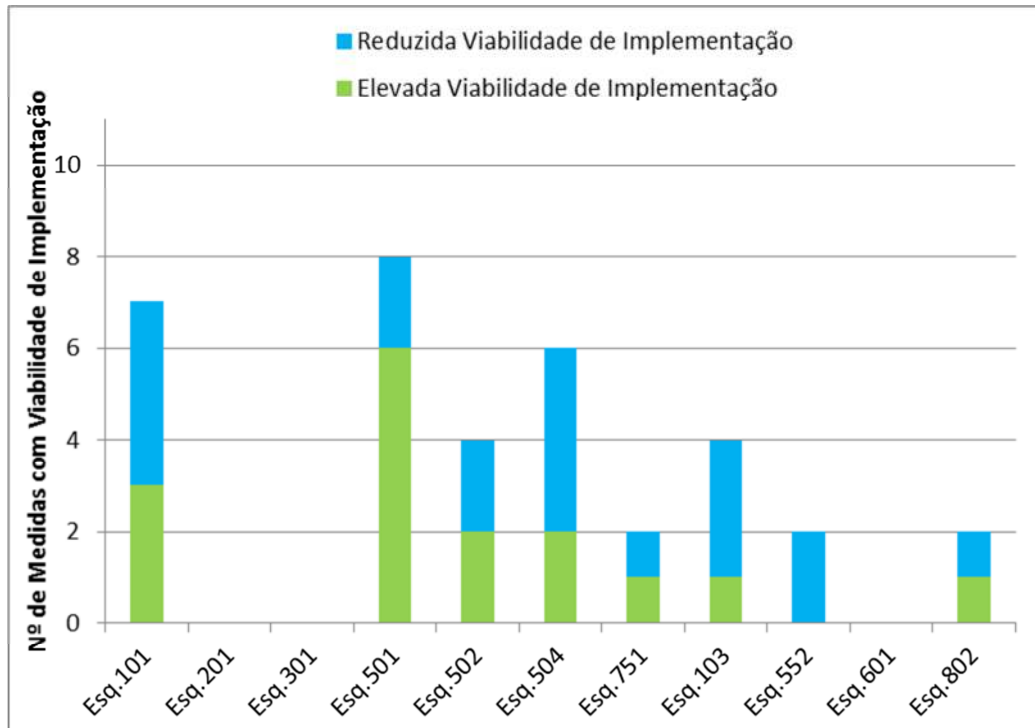


Figura nº 6 - Número de medidas com viabilidade de implementação por esquadra
Fonte: Questionário

A Esquadra 501 é aquela que aparenta ter potencial para implementar mais medidas de eficiência de combustível, o que seria de esperar, visto tratar-se de uma esquadra de transporte, cuja aeronave e operação são mais semelhantes às das companhias comerciais, nas quais as medidas apresentadas se basearam; o mesmo acontece com a Esquadra 504. Previsivelmente, as Esquadras 201 e 301, dada a sua vertente específica de combate, cuja missão mais dificilmente se ajusta àquelas iniciativas, consideram não poder implementar nenhuma medida. O resultado da Esquadra 601 deve-se ao facto de já ter implementado a maior parte das medidas apresentadas. Apesar da 101 ser uma esquadra de instrução básica, não deixou de considerar a existência de potencial para se implementarem medidas operacionais de eficiência de combustível.

Mais importante que compreender os resultados apresentados na Figura nº 6, pois representam a perceção das esquadras, foi analisar os fatores que as mesmas apontaram como causa do impedimento à implementação de medidas apresentadas no questionário, sendo os mais comuns, por ordem de frequência, os seguintes:



- Não está previsto em nenhuma publicação;
- Compromete a operação;
- Compromete a segurança de voo;
- Equipamento inadequado ou em falta.

O facto da implementação das medidas apresentadas requererem procedimentos que não estão previstos nas publicações, significa que existe a necessidade de se avaliar o impacto da adoção de novos procedimentos, não só na economia de combustível, mas também na operação e segurança. Os resultados dessa avaliação permitirão validar, ou não, alterações de procedimentos e práticas na operação da aeronave, conducentes à eficiência de combustível. A falta ou inadequação de equipamento é outro fator que deve ser alvo de investigação, no sentido de avaliar se a aquisição, sustentação e operação do equipamento necessário para implementar uma medida de eficiência de combustível, compensa economicamente e qual o prazo de retorno do investimento.

Através do questionário, as esquadras foram ainda convidadas a identificar medidas ainda não implementadas que, na sua opinião, poderiam melhorar a eficiência de combustível, destacando-se:

- Esquadra 101: optar preferencialmente por setores de trabalho perto da Base; deslocar a linha da frente para uma placa mais próxima da pista mais utilizada.
- Esquadra 501: instalação de oxigénio de emergência para passageiros por forma a permitir operação acima de *Flight Level 240*; redução do número de movimentos entre Montijo e Lisboa para carga e descarga de passageiros e de carga; placas de estacionamento adaptadas às aeronaves de transporte, o que permitiria manobras de estacionamento com apenas dois motores.
- Esquadra 504: placas de estacionamento adaptadas às aeronaves de transporte, que permitiriam menos manobras de estacionamento.
- Esquadra 751: estudo e implementação de uma “*Best Cost Speed*” para cada aeronave, entrando em consideração com a relação custo de sustentação por HV e custo de combustível (conceito equivalente ao *Cost Index*).

Face ao exposto, verifica-se que “*Existem medidas operacionais com vista à eficiência de combustível nos SA da FAP, ainda não introduzidas, com viabilidade de implementação*”, pelo que se valida a **Hipótese 3**.



d. Programa de eficiência de combustível na FAP: como melhorar?

Ao longo deste capítulo foram testadas as três hipóteses propostas, sendo que ficaram validadas as Hipóteses 2 e 3, ao passo que a Hipótese 1 não se confirmou. Juntamente com a pesquisa bibliográfica, esse percurso foi essencial para se responder fundamentadamente à pergunta de partida **“De que forma se pode melhorar o programa de eficiência de combustível adotado pela FAP?”**.

As vantagens económicas do aumento da eficiência de combustível nas aeronaves são óbvias no contexto da FAP, dado o elevado encargo que essa parcela representa para a instituição. Foi possível comprovar, pelos programas de eficiência de outros operadores de aeronaves, quer civis, quer militares, a economia que a implementação de medidas operacionais de eficiência de combustível permite, sem necessidade de investimentos avultados e com efeito praticamente imediato. Esse efeito imediato foi notável também no caso da FAP, que desenvolveu esforços e implementou nas suas esquadras de voo, em 2012, várias alterações de procedimentos com vista à redução do consumo, obtendo uma redução do consumo global de 5,1%, em litros/HV, de 2011 para 2012. Apesar disto, foram identificadas diversas falhas na forma como a FAP abordou o assunto.

Como se observou anteriormente, a deficiente monitorização da eficiência de combustível na FAP, assente apenas no indicador litros/HV, não permite avaliar o real sucesso das iniciativas de poupança, ao não contemplar fatores que podem camuflar resultados, como o exemplo do tipo de missão. É assim necessário que a FAP melhore no sentido de desenvolver métricas, parâmetros, metodologias e ferramentas de monitorização adequados a cada SA, estabelecendo objetivos de redução de consumo distintos. É conhecido que, num programa de eficiência de combustível, a monitorização precisa e adequada beneficia a segurança de voo, ao proporcionar um melhor acompanhamento e consciência da situação (Heseltine, 2008), mais uma razão que justifica o investimento nessa área.

Faltou ainda à FAP uma aproximação abrangente ao problema, de forma a envolver todas as áreas com influência no consumo de combustível, mesmo que indireta; falhou também a aposta na sensibilização através da comunicação interna, no sentido de divulgar os resultados alcançados e criar uma consciencialização da eficiência de combustível. Adicionalmente, para implementação de muitas das medidas operacionais de eficiência consideradas, verifica-se a necessidade de efetuar um estudo prévio para avaliação das vantagens, desvantagens, requisitos e impacto na operação e segurança. Realizar esses



estudos poderá levar à implementação de mais medidas de eficiência. Por fim, é essencial produzir documentação na qual fiquem definidos os procedimentos operacionais a adotar, a metodologia de controle e monitorização, e os objetivos de médio e longo prazo a alcançar.

Para melhorar o programa de eficiência de combustível, a FAP necessita de colmatar todas estas lacunas, e abordar o assunto de forma abrangente, coordenada e sistemática, potenciando todas as vantagens da eficiência de combustível na operação das aeronaves.



Conclusões

O combustível representa um dos maiores encargos operacionais do setor aéreo o que, aliado às crescentes preocupações ambientais e exigências de redução das emissões de carbono, torna a poupança de combustível um objetivo permanente para qualquer companhia aérea comercial. Se para a aviação comercial, setor de mercado altamente competitivo e com margens de lucro cada vez menores, a utilização eficiente do combustível pode assinalar a diferença entre o sucesso e o fracasso, no contexto de uma organização governamental como a FAP, a preocupação com a eficiência de combustível não deixa de fazer sentido, quando os orçamentos limitados colocam em causa a capacidade operacional.

Em 2012, mais de metade dos gastos na operação aérea da FAP correspondeu à aquisição de combustível, num valor de 19,44 M€. Representando uma parcela tão significativa do orçamento, a utilização eficiente do combustível nas aeronaves da FAP revela um potencial de economia considerável.

Uma das estratégias, a que as companhias aéreas recorrem para melhorar a sua eficiência de combustível, passa por alterações de procedimentos de operação que reduzam o consumo de combustível, pondo em prática programas dedicados à implementação e acompanhamento de medidas e iniciativas operacionais de eficiência de combustível. Segundo a IATA, a eficiência nas Operações é a estratégia que potencialmente conduz à diminuição imediata dos consumos de combustível. Sendo uma área possível de desenvolver com baixo investimento de capital, e como consequência das restrições orçamentais, em 2012 a FAP desenvolveu esforços no intuito de implementar medidas operacionais de eficiência de combustível nos seus SA e acompanhar os respetivos resultados.

Neste sentido, este trabalho de investigação tinha como objetivo avaliar potenciais medidas conducentes à melhoria desse programa de eficiência de combustível na operação dos SA da FAP, contribuindo assim para a redução do custo de exploração dos mesmos.

Para auxiliar esse propósito, adotou-se o método de investigação proposto por Quivy e Campenhoudt, formulando a pergunta de partida:

“De que forma se pode melhorar o programa de eficiência de combustível adotado pela FAP?”.

No percurso feito para responder a essa pergunta, destaca-se a investigação efetuada sobre os programas de eficiência de combustível de outros operadores de aeronaves, quer civis quer militares, alguns dos quais foram apresentados no primeiro



capítulo deste trabalho. Os benefícios económicos da implementação de medidas operacionais de eficiência de combustível revelaram-se de forma clara, permitindo poupanças significativas. Foram apresentadas várias medidas operacionais de eficiência, que assentam em alterações de procedimentos nas operações em voo e no solo, na redução do peso da aeronave e no planeamento do voo utilizando rotas, altitudes e quantidade de combustível otimizadas.

Após conhecer os programas de outros operadores, o que estabeleceu modelos e requisitos do que poderia ser um programa para a FAP, caracterizou-se o consumo de combustível nas aeronaves da nossa organização, o que permitiu interpretar a situação atual da organização no âmbito da eficiência de combustível. Constatou-se que as recentes restrições orçamentais motivaram que fosse estabelecido o objetivo de reduzir o consumo específico de combustível em 3% (litros/HV por aeronave) em 2012, em relação aos valores de 2011, meta de gestão que veio expressa na Diretiva N°03/CEMFA/12.

A pesquisa exploratória realizada permitiu elaborar três hipóteses que auxiliaram a condução da investigação. Com o teste da **Hipótese 1**: “A FAP implementou medidas que permitiram economizar combustível e atingir a meta proposta”, pretendia-se avaliar o que foi feito na organização para melhorar a eficiência de combustível e quais os respetivos resultados.

Verificou-se que, em 2012 e decorrente da Diretiva do CEMFA, a FAP criou uma dinâmica de responsabilização envolvendo os comandos das UA, os quais promoveram, junto das esquadras de voo, ações de sensibilização com vista à diminuição do consumo de combustível na operação das aeronaves. Foram ainda envolvidas a DAT e a DIVOPS, com a responsabilidade de monitorizar a evolução do consumo ao longo do ano. A utilização da base de dados SEM-BW do SIG, desde o início de 2011, permitiu à DAT um controlo rigoroso do consumo de combustível, que anteriormente não era possível.

A investigação realizada permitiu concluir que houve um esforço da organização para promover a sensibilização das esquadras de voo no sentido de implementar medidas operacionais para reduzir o consumo específico de combustível nas aeronaves, levando a alterações de procedimentos nas esquadras, com o objetivo específico de se tornarem mais eficientes na utilização do combustível.

Através da análise da variação do consumo específico de combustível de cada aeronave (litros/HV), verificou-se que todas as esquadras que implementaram medidas operacionais de eficiência de combustível, à exceção da Esquadra 502, tiveram uma diminuição do consumo específico superior à meta dos 3%. A poupança total de



combustível operacional efetuada em 2012, tendo como referência o ano de 2011, foi de 898.181€, um valor muito significativo que demonstra o potencial económico das medidas operacionais de eficiência de combustível. No entanto, apesar de a FAP ter implementado medidas que permitiram economizar combustível, nem todos os SA conseguiram atingir a meta proposta, invalidando-se dessa forma a Hipótese 1.

O teste da **Hipótese 2**: “A monitorização da eficiência de combustível nos SA da FAP deve ser melhorada” pretendia avaliar se a FAP monitoriza a eficiência de combustível com os parâmetros adequados. Verificou-se que apenas utilizamos para controlo da eficiência de combustível o consumo específico “litros/HV”. Concluiu-se que esse parâmetro por si só é insuficiente, pois pode conduzir a interpretações erradas da evolução da eficiência. Isso aconteceu no caso do Alpha-Jet, que apresentou uma diminuição do consumo de combustível, de 2011 para 2012, de 21%. Apesar de a esquadra ter implementado medidas de eficiência, essa diminuição de consumo deveu-se também à alteração significativa do tipo de missão de 2011 para 2012, o que vem provar que, sem os parâmetros adequados, torna-se difícil quantificar a evolução da eficiência de combustível.

Para uma boa monitorização, é necessário considerar as variáveis que mais influenciam o consumo de combustível, que podem ser diferentes consoante o SA. Para além das HV, parâmetros como o tipo de missão, o peso transportado e a configuração da aeronave são alguns exemplos de parâmetros que podem influenciar o consumo nas aeronaves da FAP. Grande parte desses parâmetros pode ser facilmente registada pelas esquadras, embora manualmente, implicando a necessidade de os carregar numa base de dados informática para posterior análise. Desta forma, a investigação efetuada permitiu validar a Hipótese 2.

Com o teste da **Hipótese 3**: “Existem medidas operacionais com vista à eficiência de combustível nos SA da FAP, ainda não introduzidas, com viabilidade de implementação” pretendia-se avaliar o potencial de introduzir medidas, baseadas nos exemplos de outros operadores, nas esquadras de voo da FAP, sem prejuízo da segurança de voo ou da missão. O questionário dirigido a todas as esquadras de voo e as entrevistas com alguns comandantes das mesmas, foram instrumentos de pesquisa valiosos neste âmbito. Constatou-se que apenas uma das esquadras considera não estar motivada para implementar novas medidas operacionais de eficiência de combustível, e mais de metade julga que a esquadra se pode tornar mais eficiente na utilização do combustível, caso fosse estudado e implementado um programa nesse sentido.



As próprias esquadras identificaram várias medidas que consideraram possíveis e importantes de implementar, existindo porém a necessidade de efetuar estudos técnicos no sentido de avaliar as suas vantagens e/ou retorno do investimento.

A Esquadra 501 (C-130) é aquela que aparenta ter potencial para implementar mais medidas, das apresentadas no questionário, de eficiência de combustível, ao passo que as Esquadras 201 e 301 (F-16) consideram não poder implementar nenhuma medida, para além das que já puseram em prática. Globalmente, a causa que mais vezes foi apontada como impedimento à implementação de medidas apresentadas no questionário foi o facto de ser um procedimento não previsto em nenhuma publicação, o que pode significar a necessidade de se avaliar o impacto da adoção de novos procedimentos não só na economia de combustível, mas também na operação e segurança.

A investigação permitiu desta forma validar a Hipótese 3, revelando ainda a necessidade da FAP empenhar-se no estudo de medidas operacionais de eficiência de combustível para alcançar maior poupança.

Assim, respondendo à pergunta de partida, verifica-se que a FAP tem potencial para melhorar o programa de eficiência de combustível nos SA. É necessário adotar uma abordagem abrangente, coordenada e sistemática, para potenciar todos os benefícios económicos e ambientais da eficiência de combustível na operação dos SA, permitindo alcançar metas de poupança mais ambiciosas. Destaca-se a necessidade de adequar a monitorização da eficiência de combustível aos nossos SA e tipo de operação, o que beneficiará ainda a segurança de voo. Adicionalmente, realça-se a necessidade da divulgação dos resultados, bem como a importância de produzir documentação que inclua os procedimentos operacionais a adotar. Por fim, é necessário efetuar estudos que avaliem a viabilidade e os benefícios da implementação de novas medidas operacionais. Importa referir que o grande investimento necessário à adoção destas melhorias é o humano, e não o financeiro.

Este trabalho veio proporcionar uma perspetiva única da eficiência de combustível na FAP, nunca antes efetuada. Para além de se analisar os resultados de forma crítica, procurou-se compreender as causas e identificar as soluções. Mais importante que identificar lacunas no esforço que a FAP desenvolveu, para se tornar mais eficiente na utilização do combustível na operação dos SA, foi identificar a forma de preencher essas lacunas e apontar caminhos que permitem à organização alcançar objetivos mais ousados.



A própria realização da investigação contribuiu para a sensibilização da eficiência de combustível nas esquadras, as quais saudaram a iniciativa.

Dados os benefícios que um programa de eficiência de combustível mais bem estruturado poderia trazer, propõe-se que a DAT/RMI e DIVOPS/RAM sejam coadjuvadas pela Direção de Engenharia e Programas (DEP), que se constituirá como a entidade responsável por esse programa, garantindo a sua continuidade. Desta forma, recomenda-se à DEP que:

- Nomeie uma equipa coordenadora do programa;
- Identifique as áreas cuja atividade tem impacto direto ou indireto no consumo de combustível e crie um grupo de trabalho (proposto no Anexo D) com intervenientes de cada uma dessas áreas;
- Desenvolva métricas, parâmetros, metodologias e ferramentas de monitorização adequados a cada SA, estabelecendo objetivos de diminuição de consumo distintos;
- Elabore documentação para utilização nas esquadras, abrangendo medidas de eficiência de combustível, tanto a nível de planeamento como de operação, para cada SA;
- Desenvolva um esforço contínuo na procura de mais e melhores medidas e iniciativas de eficiência de combustível, e realize estudos para avaliar vantagens, desvantagens e requisitos da sua implementação.



Bibliografia

- Batista, P, 2012a. *Ex-Comandante da Esquadra 504*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 16 outubro 2012.
- Batista, P, 2012b. *Folha de Controlo de Briefing 1/2012*. FCB 1/2012 da Esquadra 504, de 4 de janeiro de 2012. Lisboa: FAP.
- Bernardino, 2012. *Comandante da Esquadra 502*. Entrevistado por Marco Milharadas. Montijo, 27 novembro 2012.
- Bernardino, 2013. *Comandante da Esquadra 502*. Entrevistado por Marco Milharadas [telefone]. Montijo, 8 abril 2013.
- Beeckmans, B, 2013. *Belgian Air Component C-130 Captain*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. s.l., 20 fevereiro 2013.
- BMVg, 2013. *Flugbereitschaft des Bundesministeriums der Verteidigung*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Berlin, 12 março 2013..
- Caetano, B, 2012. *Aplicação de estratégias de Hedging no custo de combustível da Força Aérea Portuguesa*. Tese de Dissertação de Mestrado em Contabilidade, Fiscalidade e Finanças Empresariais. Instituto Superior de Economia e Gestão.
- Cardoso, G, 2012. *Chefe da Secção de Combustíveis e Lubrificantes da DAT/RMI*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 18 dezembro 2012.
- Cardoso, G, 2013. *Chefe da Secção de Combustíveis e Lubrificantes da DAT/RMI*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 12 março 2013.
- Carrilho, 2013. *Gestor do Sistema de Armas Falcon-50, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Carvalho, B, 2012. *Gestão de Consumo de Energia Elétrica*. Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA. Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Carvalho, V, 2013. *Gestor do Sistema de Armas C-130, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- CEMFA, 2012. *Objetivos e indicadores de gestão para 2012*. Diretiva N° 03/CEMFA/12, de 10 de fevereiro de 2012. Alfragide: FAP.



- Correia, G, 2012. *Aplicação de técnicas Lean à montagem do Inlet Fan Module e análise do consumo de combustível*. Tese de Dissertação de Mestrado em Ciências Militares Aeronáuticas, na especialidade de Engenharia Aeronáutica. Academia da Força Aérea.
- Correia, G, 2013. *Gestor do Sistema de Armas P-3, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- DAT, 2013. *Repartição de Material de Intendência - Relatório de Atividades Nº1 - 2012*. Alfragide: FAP.
- DEP, 2011. *Operação de aeronaves C-295M apenas com pylons*. Relatório nº 35/2011 da Direção de Engenharia e Programas. Alfragide: FAP.
- DIVOPS, 2011. *Regime de esforço 2012/13*. Informação nº 22329 da Divisão de Operações do EMFA, de 27 de dezembro de 2011. Alfragide: FAP.
- Dionísio, 2012. *Ex-Comandante da Esquadra 201*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 16 outubro 2012.
- Donley, MB, 2009. *AF Energy Program Policy Memorandum*. AFPM 10-1.1. Washington: USAF.
- Donley, MB, 2012. *National Clean Energy Summit 5.0 – Power of Choice*. Las Vegas, 7 agosto 2012 [Em linha]. Disponível em:
<http://www.af.mil/shared/media/document/AFD-120817-026.pdf>, [Consult. 12 fevereiro 2013]
- Erwin, SI, 2010. Air Force: To save fuel, we must change the way we fly. *National Defense*, Vol 95 nº680, pp. 16-17.
- Silva, L, 2013. *Oficial de Operações da Esquadra 103*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Beja, 5 abril 2013.
- FAP, 2012. *Relatório de Gestão 2011*. Alfragide: FAP.
- Fonseca, A, 2013. *Gestor do Sistema de Armas C-130, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Fougere, R, 2013. *Directorate of Foreign Liaison 3, National Defense, Canada*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Ottawa, 19 março 2013.



- Gómez-Limon, A, 2013. *Spanish Air Force, C-130 Madrid Depot*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Madrid, 14 fevereiro 2013.
- Gonçalves, 2012. *Comandante da Esquadra 501*. Entrevistado por Marco Milharadas. Montijo, 27 novembro 2012.
- Heseltine, B, 2008. Analysis: KC-135 Lean Fueling Operations. *Air Force Journal of Logistics*, Vol XXXI, nº4, pp. 29-36.
- IATA, 2004. *Fuel and Emissions Efficiency Checklist*. s.l.:IATA.
- IATA, 2009. *A global approach to reducing aviation emissions*, s.l.: IATA.
- Leal, N, 2013. *Fleet Manager: Fuel Conservation Program*. Entrevistado por Marco Milharadas. Lisboa, 4 janeiro 2013.
- Lee, D et al., 2009. Aviation and global climate change in the 21st century. *Atmospheric Environment*, Vol 43, pp. 3520-3537.
- Lesinski, WJ, 2011. *Tankering Fuel: a Cost Saving Initiative*. Tese de Dissertação de Mestrado de Ciência em Logística. Air Force Institute of Technology
- Lufthansa, 2013. Fuel efficiency at the Lufthansa Group: Cutting costs and protecting the environment. *Climate and Environmental Responsibility: Balance 2012*, [Em linha]. Disponível em: www.lufthansagroup.com/fileadmin/downloads/en/LH-fuel-efficiency-0612.pdf, [Consult. 12 fevereiro 2013]
- Marques, B & Leal, N, 2012. Airline Fuel Savings Estimation Based on Segmented Fuel Consumption Profiles. In: IST/FCTUNL, 2012. *IT4ENERGY' 2012: First International Workshop on Information Technology for Energy Applications*. Ordem dos Engenheiros, 6 e 7 de setembro de 2012. Lisboa, IST/FCTUNL.
- Martins, 2013. *Gestor dos Sistemas de Armas Epsilon e Chipmunk, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Millinson, J, 2013. *RAF, HQ Air Command, SO2 A4 Fuels Squadron Leader*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Buckinghamshire, 18 fevereiro 2013.
- Morrison, PG, 2010. *Reballasting the KC-135 fleet for Fuel Efficiency*. Tese de Dissertação de Mestrado de Ciência em Logística. Air Force Institute of Technology



- Morrison, JKD, 2011. *Game theory analysis of aircraft manufacturer innovation strategies in the face of increasing airline fuel costs*. Tese de Dissertação de Mestrado de Ciência em Tecnologia. Massachusetts Institute of Technology.
- NSA, 2010. *Fuel Consumption Unit*. Nato Standardization Agreement (STANAG) 2115 (Ed.6). Bruxelas: NATO.
- Páscoa, 2012. *Chefe da Repartição de Análise e Métodos da DIVOPS*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 12 outubro 2012.
- Páscoa, 2013. *Chefe da Repartição de Análise e Métodos da DIVOPS*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Pinto, 2013. *Gestor do Sistema de Armas EH-101, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Quivy, R & Campenholdt, LV, 1998. *Manual de investigação em ciências sociais*. 2.^a ed. Lisboa: Gradiva.
- Robson, S, 2012. Air Force tells pilots to slow down to save fuel. *Stars and Stripes*, [Em linha]. Disponível em: <http://www.stripes.com/news/air-force/air-force-tells-pilots-to-slow-down-to-save-fuel-1.174568>, [Consult. 12 fevereiro 2013]
- Ruivo, L, 2012. *Gestor do Sistema de Armas C-130, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 19 outubro 2012.
- Samson, N, 2012. *AMC's Mission Index Flying initiative makes Air Force more efficient*. [Em linha] USAF. Disponível em: http://www.amc.af.mil/news/story_print.asp?id=123292690, [Consult. 16 outubro 2012]
- Santos, 2013. *Gestor do Sistema de Armas Alpha-Jet, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Sentieiro, 2013. *Gestor do Sistema de Armas C-295, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.
- Silva, L, 2013. *Oficial de Operações da Esquadra 103*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Beja, 5 abril 2013.
- Sousa, 2013. *Gestor do Sistema de Armas Alouette-III, DMSA*. Entrevistado por Marco Milharadas. Alfragide, 5 abril 2013.



- Strazzullo, AJ, 1981. *Air Force Operations and Maintenance Procedures for Fuel Conservation*. [Em linha] Virginia Beach: USAF. Disponível em: <http://archive.gao.gov/d46t13/089738.pdf>, [Consult. 27 outubro 2012]
- Svensson, T, 2013. *Swedish Airforce Technical Pilot C-130*. Entrevistado por Marco Milharadas [email]. Estocolmo, 7 fevereiro 2013.
- USDOE, 2012. *Air Force Achieves Fuel Efficiency through Industry Best Practices*. [Em linha] Washington: U.S. Department of Energy. Disponível em: http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/af_fuelefficiency.pdf, [Consult. 6 fevereiro 2013]
- Viegas, J, 2012. Fuel Conservation: uma ferramenta fundamental para o aumento da eficiência energética e de competitividade do sector da aviação comercial. In Universidade da Beira Interior, 2012. *Fuel Saving*. Covilhã, 17 abril 2012. Covilhã: UBI.



Anexo A – Mapa Conceptual

| Pergunta de partida | Hipóteses | Conceito | Dimensões | Indicadores | |
|--|---|--|---|--|--|
| PP: De que forma se pode melhorar o programa de eficiência de combustível adotado pela FAP? | H1 - A FAP implementou medidas que permitiram economizar combustível e atingir a meta proposta. | Eficiência de combustível | Operacional | Tipo de missão, resultado operacional do voo | |
| | | Medidas de eficiência de combustível | Económica | Consumo de Combustível (em litros/HV) | |
| | | Monitorização da eficiência de combustível | Operacional | Medidas e iniciativas implementadas | |
| | | | Material | Alteração do tipo de missão | |
| | H2 – A monitorização da eficiência de combustível nos SA da FAP deve ser melhorada. | Medidas de eficiência de combustível | Material | Modificações | |
| | | | Material | Quantidade de combustível consumido | |
| | H3 – Existem medidas operacionais com vista à eficiência de combustível nos SA da FAP, ainda não introduzidas, com viabilidade de implementação. | Viabilidade (de implementação das medidas) | Tecnológica | Aquisição, armazenamento, tratamento e análise dos dados | |
| | | | Operacional | Parâmetros e Variáveis que afetam o consumo de combustível | |
| | | | Medidas de eficiência de combustível | Operacional | Parâmetros e Variáveis para acompanhamento do programa de eficiência |
| | | | | Operacional | Medidas e iniciativas ainda não implementadas |
| Humana | | | Sensibilização do pessoal para implementação das medidas e registo de dados | | |
| | | | Motivação do pessoal para implementação das medidas e registo de dados | | |
| Operacional | | | Influência na Segurança | | |
| | | | Influência na Missão | | |
| Material | Necessidade de aquisição de material/ equipamento/ software | | | | |
| | Influência das medidas no desgaste prematuro de material e equipamentos | | | | |



Anexo B – Questionário realizado às Esquadras de Voo



Instituto de Estudos Superiores Militares

QUESTIONÁRIO

Poupança de Combustível nas aeronaves da Força Aérea

O presente questionário foi elaborado no âmbito da realização de um Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior 2012/2013 do Instituto de Estudos Superiores Militares (IESM), em que se pretende analisar quais os contributos da implementação, nas esquadras de voo da FAP, de medidas operacionais de redução de consumo de combustível.

O questionário aplica-se apenas às Esquadras de Voo da FAP, pretendendo-se apenas uma resposta por Esquadra, sendo a sua participação fundamental.

O questionário não necessita ser respondido exclusivamente pelo Comandante de Esquadra, mas pretende-se que seja uma opinião da Esquadra como um todo, podendo assim colaborar os elementos que se julgarem necessários.

Toda a informação recolhida é destinada **exclusivamente** à realização de um trabalho académico.

Pede-se que o questionário seja preenchido e devolvido até **16 MAR 2013**.

O seu contributo é essencial e não existem respostas certas ou erradas, pelo que se solicita que responda com sinceridade a todas as questões.

Qualquer dúvida no preenchimento pede-se o favor de contactar o CAP/ENGAER Marco Milharadas (marco_milharadas@hotmail.com). Poderá deixar indicação de um contacto telefónico (RATFA) que entrarei em contacto assim que possível.

Obrigado pela sua colaboração!



POUPANÇA DE COMBUSTÍVEL NAS AERONAVES DA FORÇA AÉREA

LEGENDA:

- Selecionar apenas uma opção, das caixas contíguas
- Pode selecionar mais que uma opção

Sendo este questionário comum para as diferentes Esquadras de Voo, algumas questões poderão parecer menos aplicáveis à sua Esquadra. No entanto o seu contributo e resposta são essenciais.

1

1.1 Esquadra (indicar nº) _____

1.2 Desde 2011, foi por alguma vez indicado à Esquadra a necessidade de redução do consumo de combustível nas aeronaves?

- Não sabe
- Não
- Sim, verbalmente
- Sim, por escrito

1.3 Foram transmitidos à Esquadra alguns procedimentos ou metodologias com vista à redução do consumo de combustível nas aeronaves?

- Não sabe
- Não
- Sim, verbalmente
- Sim, por escrito

No presente âmbito, entenda-se eficiência energética como a relação entre os resultados obtidos (normalmente expressas em Horas de Voo) e o combustível utilizado. Quanto mais os resultados alcançados e quanto menos combustível for utilizado, maior a eficiência energética.

Entenda-se como medida operacional de poupança de combustível qualquer alteração ou implementação de procedimentos na operação da aeronave, incluindo os procedimentos de preparação da mesma e de planeamento do voo, com vista a uma maior eficiência energética no que respeita ao consumo de combustível

1.4 De 2011 para 2012, foram implementadas na Esquadra medidas operacionais de poupança de combustível?

- Não
- Sim

1.5 De 2011 para 2012, houve alterações significativas na tipologia de missão (em média) que possam ter influenciado a eficiência em termos de consumo de combustível?

- Não
- Sim, aumentando o consumo
- Sim, diminuindo o consumo

Se sim, indicar sucintamente quais:

1.6 Se respondeu "Sim" às questões 1.2 e 1.5, indique se as alterações à missão foram uma forma de ir ao encontro da indicação superior de diminuir o consumo de combustível.

- Não Aplicável
- Não
- Sim

1.7 De 2011 para 2012, houve alterações ou modificações na aeronave que possam ter influenciado o consumo de combustível?

- Não
- Sim, aumentando o consumo
- Sim, diminuindo o consumo

Se sim, indicar sucintamente quais:

1.8 Estão previstos nas *Standard Operation Procedures* (ou outras publicações ou documentos em utilização na Esquadra) procedimentos de operação que refletem a preocupação com uma maior eficiência energética em termos de consumo de combustível?

- Não
- Sim
- Sim, embora seja um documento não oficial

1.9 Para além da quantidade de combustível, que parâmetros mensuráveis considera mais adequados para avaliar a eficiência energética em termos de consumo de combustível (considerando os diferentes tipos de missões que a Esquadra executa)?

- Horas de Voo
- Tempo de treino
- Distância
- Carga transportada
- Nº de passageiros transportados
- Nº de Setups
- Outro (indicar qual)



De seguida apresentam-se 19 medidas e iniciativas que comprovadamente promovem a poupança de combustível na operação de aeronaves. Pretende-se saber quais as medidas ou iniciativas que já se praticam na Esquadra, as que seriam viáveis de aplicar, as que a Esquadra considera que deveria implementar, bem como as razões que inviabilizam ou dificultam a sua implementação.

2.1 Cálculo otimizado do combustível de reserva/contingência

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)

2.2 Quantidade de combustível na aeronave ajustada à missão, calculado para aterrar apenas com a quantidade de reserva/contingência

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)

2.3 Aeronave configurada para a missão a desempenhar, sem equipamento adicional que implique mais peso e/ou resistência aerodinâmica

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)



2.4 Otimização do centro de gravidade da aeronave para menor consumo de combustível (normalmente o mais atrás permitido - aft CG)

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)

2.5 Otimização da seleção de aeródromo alternativo

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)

2.6 Utilização de software de plano de voo que entre em conta com os parâmetros de performance da aeronave, condições meteorológicas e outros parâmetros atualizados

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)

2.7 Engine-out taxi (em caso de plurimotores, efetuar taxiing com motor(es) desligado(s))

a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte

b. Já praticada Raramente Sempre

c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:

Inviável Bastante Viável

d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:

- Compromete a segurança de voo
- Compromete a missão/operação
- Complica demasiado a operação
- Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
- Equipamento/material em falta ou inadequado
- Não está previsto em nenhuma publicação
- Outro (indicar qual)



2.8 Preferência pela utilização do reboque para os movimentos em terra

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.9 Preferência pela utilização de Ground Power Units e minimização da utilização de APU

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.10 Configuração de flaps reduzidos à decolagem

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.11 Fase de Subida tendo em consideração o consumo de combustível (Econ Climb)

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)



2.12 Utilização de velocidade cruzeiro otimizada para uma relação tempo de voo/ consumo de combustível

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
1 2 3 4 5 6
Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.13 Utilização de altitudes cruzeiro otimizadas para um menor consumo de combustível

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
1 2 3 4 5 6
Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.14 Otimização da descida (para aterragem) tendo em consideração o consumo de combustível

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
1 2 3 4 5 6
Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.15 Configuração de flaps reduzidos à aterragem

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
1 2 3 4 5 6
Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)



2.16 Otimização do momento de configuração de flaps e trem de aterragem (demasiado cedo implica maiores consumos de combustível)

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.17 Aterragem com Idle Reverse

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.18 Lavagem de motores/compressores (aumentando a eficiência e diminuindo consumo)

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)

2.19 Minimizar run-up de motor ou utilização de APU para ações de manutenção, recorrendo a GPU's, testes ou outros equipamentos

- a. Não Aplicável (devido às características da aeronave ou missão). Passar à medida/iniciativa seguinte
- b. Já praticada Raramente Sempre
- c. Caso esta medida não seja praticada na Esquadra, indique o grau de viabilidade de implementação:
- Inviável Bastante Viável
- d. Dificuldades ou impedimentos à implementação:
- Compromete a segurança de voo
 - Compromete a missão/operação
 - Complica demasiado a operação
 - Implica desgaste prematuro de material ou equipamentos
 - Equipamento/material em falta ou inadequado
 - Não está previsto em nenhuma publicação
 - Outro (indicar qual)



Em qualquer programa de melhoria, é necessário obter, tratar e interpretar dados.
Classifique os seguintes dados relativos a uma missão:

| | Registado (pelo piloto ou não) | Registado em computador | Não registado mas fácil de registar | Não registado e difícil de registar | Não Aplicável |
|---|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 3.1 Tempo de Voo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.2 Tempo de utilização de motor(es) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.3 Tempo de utilização de APU | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.4 Tempo de taxiing | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.5 Peso total da aeronave à descolagem | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.6 Quantidade de combustível à descolagem | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.7 Quantidade de combustível consumido / à aterragem | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Para terminar, responda às seguintes questões que ajudarão a caracterizar melhor a cultura das Esquadras da Força Aérea em termos de consciência para a eficiência energética relacionada com a utilização de combustível nas aeronaves

4.1 Para além das medidas e iniciativas mencionadas atrás, foram implementadas outras medidas na Esquadra para melhorar a eficiência energética nas aeronaves em termos de combustível?

- Não
 Sim. Quais?

4.2 Identifica outras medidas operacionais que poderiam melhorar a eficiência energética nas aeronaves da Esquadra, em termos de combustível?

- Não
 Sim. Quais?

4.3 Existe sensibilização do pessoal para que a Esquadra seja eficiente, em termos de consumo de combustível das aeronaves?

Nenhuma 1 2 3 4 5 6 Muita

4.4 Existe motivação na Esquadra para a implementação de novas medidas operacionais de poupança de combustível, por forma a tornar a Esquadra mais eficiente sob ponto de vista energético (sem prejuízo da operação e da segurança de voo)?

Nenhuma 1 2 3 4 5 6 Muita

4.5 Considera que a Esquadra poderia tornar-se mais eficiente em termos de consumo de combustível das aeronaves, caso fosse estudado e implementado um programa nesse sentido?

ucio mais eficiente 1 2 3 4 5 6 Muito mais eficiente

4.6 Considera importante que nos Manuais de Operações (ou equivalente) estejam previstos procedimentos com vista à melhoria da eficiência em termos de consumo de combustível?

Nada importante 1 2 3 4 5 6 Muito importante

4.7 Considera importante que a Força Aérea se empenhe na eficiência energética das suas aeronaves?

Nada importante 1 2 3 4 5 6 Muito importante

Deixe aqui os seus comentários finais acerca deste assunto

MUITO OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!



Anexo C – *Email de pedido de informação enviado aos adidos militares*

Dear Sirs

I am an aeronautical engineer, Captain from the Portuguese Air Force.

At the moment I am attending the Course for Promotion to Major, which includes a research paper. My research paper is entitled “Fuel saving in (Portuguese) Air Force aircraft”, in which I am trying to understand ways of using our aircraft more efficiently in terms of fuel usage, particularly through operational measures and initiatives.

Part of the research is to know what civilian airlines are doing, and also what other Air Forces are doing in this area.

Considering this, I would like to know if it is possible to have more information from your Air Force concerning this issue, so I can deepen my research work, which I believe will help the Portuguese Air Force to improve its efficiency in aircraft operation.

So if possible, I would like to know if you have any kind of program/ project in order to improve the fuel efficiency on your aircraft, or if you have implemented operational measures or initiatives to reduce fuel consumption.

In order to direct some of the information I need, I organized the following topics. Everything you can provide will be very useful for my paper, and particularly for the Portuguese Air Force.

Any help is precious; the **central questions** for my research paper are 4, 8 and 9:

- 1- Do you have any entity/department in your Air Force that dedicates to the fuel efficiency or aircraft fuel saving?
- 2- Do you use any Cost Index or similar parameter for optimizing speed or altitude?
- 3- Do you use any flight planning software for optimization of fuel saving?
- 4- **Which fuel saving initiatives or measures were implemented in your Air Force, or are planned to be implemented? Can you give a short description of each, mainly the operational ones?**
- 5- In which aircraft types (or models) did you implement (or plan to implement) those initiatives?
- 6- Did you calculate or predicted the fuel savings each initiative could achieve? If so, how did you do it (some examples)?
- 7- Was it possible for you to correlate each or some of the initiatives to a certain percentage of saving in terms of fuel? What values did you get?
- 8- **What are the typical units that you use to compare fuel consumption (liters/gallons/lbs. *per flight hour/ total time (taxi included or not)/ distance, etc.*)?**
- 9- **Which other data, indicators, parameters, correction factors that affect fuel consumption (weight, performance degradation of engines) do you use for the control and follow up of the fuel consumption?**



- 10- Which data, indicators, parameters, do you use for the follow up of the implementation of measures (fuel at landing, % of usage of reduced flaps or reduced engines taxi, etc.)?
- 11- Where do you get all the data used to control the fuel consumption and parameters (source(s), like on board computer, pilot's flight report, etc., for each parameter)?
- 12- Besides transport/cargo aircraft, are there any initiatives with the same purpose that were (or are planned to be) implemented on other types of aircraft, like helicopters, training aircraft or fighters, with limitations of course?

These are what I consider some of the main questions about this issue and that I am exploring in my research. If, from your experience, you feel that there is some other information that I should consider, please let me know.

If possible, I would like to get some contacts of the entity/department in your Air Force responsible or working on this subject (the fuel saving in aircraft), not only for this research paper, but especially for future use by the Portuguese Air Force, so we can exchange experiences concerning this subject.

My personal email is: marco_milharadas@hotmail.com

My Portuguese Air Force email is (currently not using since I am at the course until the end of May 2013): mamilharadas@emfa.pt

Thank you very much for your time and help. Best regards,

Marco Milharadas

PoAF Captain



Anexo D – Proposta de composição do grupo de trabalho para o estudo da eficiência energética dos Sistemas de Armas da FAP

Para melhor estruturar o programa de eficiência de combustível na Força Aérea pressupõe-se a designação de uma Entidade Primariamente Responsável (EPR), que se propõe ser a DEP, uma vez que essa Direção tem como missão desenvolver projetos, conduzir a execução de programas e promover a qualidade e ambiente.

A DEP, juntamente com a DAT/RMI e com a DIVOPS/RAM, deverá coordenar o programa, sendo que uma das primeiras tarefas será identificar todas as áreas cuja atividade tem impacto direto ou indireto no consumo de combustível, de forma a criar um grupo de trabalho com intervenientes de cada uma dessas áreas. Resultante da investigação realizada, propõe-se a seguinte composição para um grupo de trabalho inicial:

- Coordenadores do projeto;
- Um Ponto de Contacto (POC) da DIVOPS/RAM;
- Um POC da DAT/RMI;
- Um piloto de cada esquadra de voo;
- Um navegador de cada esquadra de voo (quando aplicável);
- Um *load-master* de cada esquadra de voo (quando aplicável);
- Um POC de cada esquadra de manutenção de aeronaves;
- Um POC da gestão de cada sistema de armas (DMSA);
- Um Operador de cada banco de ensaio de motores de aeronave.

Esta estrutura deverá ainda socorrer-se de conhecimentos de áreas especializadas como da informática e programação, que serão certamente necessários para a conceção das bases de dados, muito úteis para uma monitorização precisa da eficiência de combustível. Outra área de conhecimento a explorar neste projeto corresponde às metodologias *Lean*, que já existe na FAP (por exemplo na 1ª Repartição da DMSA), que será uma vantagem relevante na procura de novas medidas e iniciativas de eficiência de combustível.



Anexo E – Respostas ao Questionário

Apenas em formato digital



Apenso 1 – FCB 1/2012 da Esquadra 504



FCB 1/2012

Devido aos cortes orçamentais impostos à Força Aérea, é da responsabilidade de todos os elementos da organização e em especial das tripulações, adotarem procedimentos operacionais que visem a redução de consumo de combustível das aeronaves. Para tal tripulações da ESQ504 irão adotar os seguintes procedimentos:

- Descolagem com a potência calculada para o dia
- Adotar velocidade de cruzeiro mach .75
- Sempre que possível executar as aterragens com Slats + Flaps 20°
- Após aterragem e se houver previsão de que a rolagem irá ser demasiado demorada, a tripulação deverá ponderar a paragem de um dos motores

Nota: todos estes procedimentos estão sujeitos a julgamento da tripulação podendo não ser aplicados mediante as características da operação

AT1, Esquadra 504, 04 de Janeiro de 2012

O Cmdt. de Esquadra,

Pedro Augusto Branco Batista

TCOR/PILAV



Apenso 2 – Resposta oficial do Ministério Federal da Defesa Alemão (BMVg)



EMBAIXADA DE PORTUGAL NA RFA
GABINETE DO ADIDO DE DEFESA EM BERLIM

Tradução

Assunto: Redução do consumo de combustível em aeronaves

A coberto do documento em referência foi solicitada informação/resposta a diversas perguntas relacionadas com o consumo de combustível por aeronaves. A seguir transmitem-se as respostas do Comando da Força Aérea Alemã na medida em que podem ser respondidas.

É de frisar que, medidas específicas para a redução de combustível em aeronaves de combate ou de transporte são apenas aplicadas em casos excepcionais, como por exemplo no âmbito de “fly-over flights” com alcance máximo.

Pelo exposto, a resposta às perguntas é dada pela *Flugbereitschaft* do Ministério Federal da Defesa dado o espectro de missões ser parecido com o do trânsito aéreo civil.

A *Flugbereitschaft* do Ministério Federal da Defesa tem por missão satisfazer a necessidade de transporte aéreo a nível mundial que possa surgir subitamente. Compreende o planeamento, a preparação, a condução, o controlo e a análise dos voos no âmbito de:

- . Transporte de membros do Governo Federal e de pessoas da área político/parlamentar;
- . Transporte aéreo de feridos, pessoas acidentadas e doentes (*Strategical Aeromedical Evacuation*);
- . Transporte de pessoal e material militar (por exemplo missões de transporte aéreo das Forças Armadas Alemãs no âmbito da gestão da crises, apoio de operações das Forças Armadas Alemãs e transporte aéreo de forças especiais).

Medidas para a redução de combustível são realizadas nomeadamente pelo uso de um moderno *Flight-Planning-Tool (LIDO)*, que se aplica na fase do planeamento da rota aérea.

Os constrangimentos a este planeamento são as autorizações de sobrevoo dos respectivos países a serem sobrevoados, que devem ser respeitadas, bem como as condições meteorológicas; o resultado destes constrangimentos pode ser, eventualmente, um aumento do consumo de combustível. Não estão previstos reabastecimentos mínimos dos tanques devido a eventuais alterações das missões. Medidas de poupança na área das despesas para a aquisição de combustível podem ser obtidas, através das diferentes condições de encomenda e fornecimento. Junto dos nossos POCs, de acordo com o *FUEL GUIDE*, são encomendadas as quantidades necessárias de combustível com antecedência.

No que se refere às perguntas detalhadas, transmitem-se as seguintes informações:

1. A entidade responsável pela redução/poupança de combustível é:
Bundesamt für Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr
(Entidade para a protecção do Ambiente e Prestação de Serviços para as Forças Armadas Alemãs)



EMBAIXADA DE PORTUGAL
GABINETE DO ADIDO DE DEFESA

(BAIUDBw)
-Fuel Guide-
Postfach 2963
53019 BONN
e-mail: baiudbwfuelguide@bundeswehr.org
Tel: ++49 228 947 103 620

2. São desconhecidas informações em relação ao “Cost Index”.
3. Aplicação de um *Flight-Planning – Software* para optimização da poupança de combustível.
Para o planeamento de voos aplica-se o “*Flight-Planning-Software LIDO FLIGHT*”
4. Que medidas ou iniciativas de poupança de combustível foram introduzidas na Força Aérea Alemã ou estão previstas virem a ser implementadas? Solicita-se uma curta descrição de cada uma, especialmente as medidas operacionais.
De acordo com o BAIUDBw Fuel Guide: O Fuel Guide foi introduzido em 2000 pelo Ministério da Defesa para orientar o reabastecimento das aeronaves das Forças Armadas Alemãs de acordo com aspectos económicos. No passado, conseguiu-se poupar uma soma razoável. O “Fuel-Guide” é um banco de dados em que podem ser detectadas as ofertas mais económicas das firmas vendedoras de combustível nos aeroportos de destino. Actualmente, as Forças Armadas Alemãs voam para cerca de 420 destinos que são analisados por membros de FUEL GUIDE em relação aos seus preços actuais.
5. Em que tipos (ou modelos) de avião estão (ou devem ser) instalados tais dispositivos para a redução de despesas para o combustível?
As medidas descritas no nº 4 para a redução das despesas de combustível vigoram de forma igual para todos os tipos de aeronaves das Forças Armadas Alemãs.
6. Foram feitos cálculos ou prognósticos em relação ao que pode ser conseguido pelas medidas de redução de combustível? Caso positivo, como foram calculados?
Em 2012, foram poupados, pela escolha do fornecedor mais económico na área de combustível para aeronaves, até à data, mais do que 3,5 milhões de euros. A poupança total desde 2001 até hoje importa em mais de 10 milhões de euros.
7. Foi possível uma correlação entre todas ou algumas das medidas com a poupança de uma determinada percentagem de combustível? Quais os valores conseguidos?
Não existem informações em relação à esta pergunta.
8. Qual são as unidades típicas utilizadas para o consumo de combustível (litros, galões, lbs por hora de voo/voo total (Taxi incl. ou não) /distancias ou outros?
Dependente do tipo de aeronave, o consumo de combustível é indicado em toneladas, quilogramas, litros ou lbs por hora. Indica-se a totalidade do combustível, incl. TAXI rolar e uso do *AUXILIARY POWER UNIT*.
Adicionalmente, é documentado, sempre antes da descolagem, o *OFF-BLOCK FUEL*. Para o registo e análise do consumo total de combustível de todas as aeronaves da esquadra, o cálculo é feito em toneladas.



EMBAIXADA DE PORTUGAL
GABINETE DO ADIDO DE DEFESA

9. Quais outros dados, indicadores, parâmetros e factores de correcção que influenciam o consumo de combustível (peso, diminuição da performance dos motores), são aplicados para controlar o consumo do combustível?

Quanto à descolagem, utiliza-se, sempre que possível, o *FLEX TAKE-OFF*, o que significa que não se descola com a potência total dos motores, mas sim com seu ajustamento optimizado em relação ao peso de descolagem e a factores externos.

10. Quais os dados, indicadores e parâmetros são utilizados para a implementação das medidas (quantidade de combustível na aterragem, % de utilização de *FLAPS* reduzidos, ou Taxi com motores reduzidos)?

Não há informações acerca destas perguntas.

11. Onde vêm os dados que são utilizados para o controlo do consumo de combustível (PC a bordo, relatórios de voo dos pilotos etc.) para cada um dos parâmetros?

O controlo dos dados realiza-se com instrumentos a bordo (PC a bordo) e com o registo imposto de dados na documentação a bordo.

12. Existem, além de medidas/dispositivos instalados em aeronaves de transporte ou de carga, também medidas de redução de combustível em outros aviões, como por exemplo em helicópteros, aviões de treino ou de caças?

Não há informações acerca destas perguntas.

Redução combustível – resposta BMVg – Mar13



Apenso 3 – Resposta oficial do Ministério da Defesa Nacional Canadiano

Good morning Sir,

Below is the official response to the request for information I received from our CDA in Paris in e-mail format 06 Feb, 2013 on "Fuel saving in Air Force aircraft".

Response

Q4. Conservation, economy, efficiency and oversight in all POL products and alternative forms of energy are under continuous DF&L review. For example, proof of concepts and subsequent trials for lubricants have demonstrated that optimizing/extending lubricant, oil and filter lifecycles is feasible. Progressively adding and standardizing the use of Ultra Low Sulphur Jet fuel as a Single Fuel for all DND/CF (Department of National Defence / Canadian Forces) platforms will further reduce the burden on the logistic chain (reducing fuel consumption), especially in the Arctic or remote regions. Refineries and downstream providers are increasingly leaning towards providing only commercial grade jet fuel, requiring the DND/CF to re-examine its commitment to fuel additives. Due to the aviation fuel supply chain being longer and more complex, DND/CF is considering a proposal to additize the commercial aviation fuel at each Wing, by installing the necessary equipment where best suited and train personnel in maintenance, calibration and such additional tasks. The DND/CF has to find the right balance between its duty to defend Canada and the environment also, as per the "Federal Sustainable Development Strategy". The DND/CF is looking into implementing the green procurement policy into daily activities and the petroleum products are one of them. Introducing renewable fuels and alternative forms of energy would be a way of reducing the fossil fuel consumption. Besides the environmental aspect, there is a longer term, strategic impact also, as we could diversify the pool of fuels to use. This could be also a way to mitigate disruptions/shortages of fuel. Depending on the type of renewable fuel, increased fuel efficiency can be obtained. The dependence on fossil fuels is a global problem. Tackling this aspect implies for DND/CF finding the right balance among operational effectiveness, legislative compliance and institutional efficiency. The energy in general should be considered as a strategic resource.

The Department of National Defence (DND) is developing a Defence Operational Energy Strategy (DOES). This initiative is co-lead by representatives from ADM(IE) - Maria Booth and VCDS - LCol Roger Lupien. The L1s are represented in the DOES WG established to develop the DOES. DF&L is ADM(Mat)'s representative. DOES' goal is enhancing operational readiness, capabilities and resiliency. The DOES considers energy issues holistically, under a common vision and framework that seeks to integrate existing and planned initiatives for improving energy efficiency and effectiveness and to create a culture of energy awareness and incorporating energy issues in the decision-making process.

The DOES will propose several energy related targets to support its goal. Among those, there will be targets dealing with information management systems for "live" fuel consumption data, improvement of fuel consumption, and alternative fuels certification ensuring interoperability with our allies.

There are initiatives by ADM(Mat)-QETE in collaboration with RCAF, DRDC, NRC, and USAF that address operational effectiveness and interoperability requirements:

* Certification of CF Engines on Synthetic Fuels:

- Certification of GE F-404 (CF 18 AC) engine on semi-synthetic fuel (Fischer-Tropsch fuel in collaboration with USAF/USN)

- Certification of RR/Allison T-56 (CC 130 AC) engine on semi-synthetic fuel (Camelina biojet fuel in collaboration with USAF). A demonstration flight took place on May 23, 2012 at 8 Wing Trenton.

Q8. DF&L developed a Fuel Consumption Unit (FCU) tool based on the NATO STANAG 2115. The aviation fuel consumption unit is L/flight hour. Other factors depending on the type of conditions / operation are described in the STANAG.

Q9. From DF&L perspective, we are guiding ourselves on the NATO STANAG 2115, but the operators may have more details for this reply.

.....
.....
Regards,

Rick Fougere

Warrant Officer | Adjudant

Request For Information Coord | Coordonnateur des demandes de renseignements

Directorate of Foreign Liaison 3 | Direction de la liaison avec l'étranger 3

National Defence | Défense nationale

Ottawa, Canada