

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR
2018/2019**



TII

**A INTEGRAÇÃO DO CONCEITO *COST INDEX* NA GESTÃO DA
OPERAÇÃO DE C-130H EM TRANSPORTE AÉREO GERAL**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Diamantino José Costa Ferreira
CAP/PILAV**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

A INTEGRAÇÃO DO CONCEITO COST INDEX NA
GESTÃO DA OPERAÇÃO DE C-130H EM TRANSPORTE
AÉREO GERAL

CAP/PILAV Diamantino José Costa Ferreira

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA

Pedrouços 2019



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A INTEGRAÇÃO DO CONCEITO COST INDEX NA
GESTÃO DA OPERAÇÃO DE C-130H EM TRANSPORTE
AÉREO GERAL**

CAP/PILAV Diamantino José Costa Ferreira

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA

Orientador: TCOR/ENGEL Paulo César Cabedal dos Santos

Pedrouços 2019



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, Diamantino José Costa Ferreira, declaro por minha honra que o documento intitulado A integração do conceito *Cost Index* na gestão da operação de C-130H em Transporte Aéreo Geral corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do CPOS-FA 2018/2019 no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **28 de janeiro de 2019**

Diamantino José Costa Ferreira



Agradecimentos

Um agradecimento especial aos ensinamentos e orientações, sempre disponíveis e sábias, do meu orientador o Tenente-Coronel ENGEL Paulo César Cabedal dos Santos.

Ao Major PILAV Paulo Martins com o seu espírito crítico e participativo em discussões sobre o tema, em fóruns informais e de amizade, levando-me a desenvolver mais conhecimento, privilegiando-me sempre com acesso ao contraditório.

Ao Tenente Navegador Hugo Mendeiros pela sua ajuda incansável na fase analítica deste trabalho. O seu contributo com cálculos precisos, com que há muito habituou aqueles com quem partilha os céus, proporcionaram um valioso contributo ao trabalho realizado. Não haverá dádiva de néctar suficiente que replique a gratidão pela sua ajuda!

A todos os camaradas do Curso de Promoção a Oficial Superior, um muito obrigado pela ajuda, amizade e boa disposição. Não sendo justo individualizar no nosso grupo, saliento a partilha de longas horas de estudo com os Capitães PilAv Luís Rocha e Guilherme Guerra para as muitas sessões avaliativas a que fomos agraciados. Graças à sua boa disposição e amizade tornaram-se momentos com que me lembrarei com saudade!

O maior agradecimento será atribuído à minha família: à minha esposa Catarina e aos meus dois filhos, Maria Beatriz e Gonçalo João pela sua presença na minha vida!

À minha mãe Dina pelos 35 anos já passados, sempre a ajudar-me incondicionalmente e aos meus sogros Cristina e José pela sua disponibilidade em ajudar, sempre que necessário.



Índice

Introdução.....	1
1. Revisão da Literatura e modelo de análise	4
1.1. Gestão de Combustível na FAP	4
1.2. Gestão de Combustível na USAF	5
1.3. Gestão de Combustível nas Companhias Civas	7
1.4. Modelo de Análise	10
2. <i>Cost Index</i> no C-130H	11
2.1. Cálculo do CI para o SA C-130H	11
2.2. Atribuição de Valores de CI	13
2.2.1. Análise do Custo de Missão	13
2.3. Síntese Conclusiva.....	15
3. Integração do CI da Gestão da Operação.....	16
3.1. “Controlo de Custos”	16
3.2. “Atribuição de Missões”	16
3.3. “Operação”	17
3.4. “Manutenção”	17
3.5. Limitações e Restrições	18
3.6. Síntese Conclusiva.....	18
Conclusões.....	20
Bibliografia.....	25



Índice de Anexos

Anexo A —	<i>Fuel Fact Sheet</i> , IATA (2018)	Anx A-1
Anexo B —	<i>Step Climb</i>	Anx B-1

Índice de Apêndices

Apêndice A —	Corpo de Conceitos	Apd A-1
Apêndice B —	Tabelas de CI para vários perfis de voo de acordo com a variação do preço de combustível.	Apd B-1
Apêndice C —	Quantidade de horas ainda disponíveis nas aeronaves C-130H que entraram em Inspeção de 3º Escalão em 2017	Apd C-1
Apêndice D —	Custo de Tempo reduzido através da manipulação do número total de horas voadas em 2017.....	Apd D-1
Apêndice E —	Custo da missão FL220 vs FL250.....	Apd E-1

Índice de Figuras

Figura 1 – Despesa MDN para 2017	Erro! Marcador não definido.
Figura 2 – Custos de Sustentação e Operação na FAP.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 3 – Custos totais de operação (exemplos de referência)	7
Figura 4 – Variação do CI na Airbus.....	8

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Exemplo da aplicação do CI pela Boeing.....	9
Tabela 2 – Custos com Operação e Sustentação C-130H (2017).....	12
Tabela 3 - Análise do Custo de Missão com CI 80	14

Índice de Equações

Equação 1 – Fórmula de Cálculo do CI.....	8
Equação 2 – Valor do combustível em cent/lt.....	12
Equação 3 – Cálculo do CI para o SA C130 da FAP (CI 80).....	13
Equação 4 – Cálculo do CI para o SA C130 da FAP (CI 80, revisitado).....	21



Resumo

A aviação militar objetiva inequivocamente a eficácia. No entanto, com os recursos cada vez mais limitados, urge encontrar soluções de eficiência para continuar a cumprir a missão.

Desde a década de 70 que o conceito *Cost Index* é explorado de forma a otimizar os custos de operação na aviação civil, relacionando a velocidade de voo com o consumo de combustível, existindo um paralelismo entre os voos efetuadas pela aviação civil e as missões de Transporte Aéreo Geral, efetuadas pelo C-130H da Força Aérea Portuguesa.

Seguindo um método de investigação científico, o autor, estabeleceu como objeto de estudo o conceito *Cost Index* na frota C-130H da Força Aérea Portuguesa, em missões de Transporte Aéreo Geral, com o objetivo de integrar este conceito na gestão de operação.

Durante a investigação foi encontrada a equação do *Cost Index* para o C-130H e com uma estratégia qualitativa, com recurso a análise de dados e manipulação de variáveis, comparou-se vários perfis de missão concluindo qual o financeiramente mais eficiente.

A integração do *Cost Index* na gestão de operação do C-130H da Força Aérea Portuguesa em missões de Transporte Aéreo Geral mostrou-se viável, acarretando custos de implementação, mas demonstrando potencial para ganhos compensatórios.

Palavras-chave

Cost Index, C-130H, redução de custos de operação, gestão de operação, Transporte Aéreo Geral



Abstract

Military aviation clearly aims for effectiveness. However, with increasingly limited resources, it is imperative to find solutions to promote efficiency in order to continue delivering its mission.

Since the 70's, the Cost Index concept has been explored in order to optimize operating costs by relating flight speed to fuel consumption. A parallel has been found between the flights carried out by civil aviation and the General Air Transport missions carried out by the C-130H of the Portuguese Air Force.

Following a scientific investigation method, the author, established the Cost Index concept in the C-130H fleet of the Portuguese Air Force, for General Air Transport missions, with the objective of integrating this concept in the operation management.

During the investigation it was found a Cost Index equation for the C-130H. With a qualitative strategy, using data analysis and manipulation of variables, several mission profiles were compared, concluding which one was the most financially efficient.

The integration of the Cost Index into the operation management of the Portuguese Air Force's C-130H, in General Aviation Transport missions, proved to be feasible, entailing implementation costs, but demonstrating potential for compensatory gains.

Keywords

Cost Index, C-130H, reduction of operating costs, operation management, general air transport



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AMC – *Air Mobility Command*

CA – Comando Aéreo

CEMFA – Chefe de Estado Maior da Força Aérea

CG – Centro de Gravidade

CI – *Cost Index*

C_f – Custo de combustível

CHV – Custo da Hora de Voo

Ct – Custo de tempo

DAT – Direção de Abastecimento e Transporte

DEP – Direção de Engenharia e Programas

DIVOPS – Divisão de Operações

DivRec – Direção de Recursos

DMSA – Direção de Manutenção de Sistemas de Armas

DoD – Departamento da Defesa

EMFA – Estado Maior da Força Aérea

ESQ501 – Esquadra 501

ESQ501MNT – Manutenção da Esquadra 501

FA – Forças Armadas

FAP – Força Aérea Portuguesa

FEO – *Fuel Efficiency Office*

ff – *fuel flow*

FMC – *Flight Management Computers*

FMS – *Flight Management System*

HV – Hora de Voo

KTAS – *Knots True Air Speed*

MDN – Ministério da Defesa Nacional

MIF – *Mission Index Flying*

MT – Mobilidade e Transporte

OE – Objetivos Específicos

OG – Objetivo Geral

ORMIS – Ordem de Missão



PD – Perguntas Derivadas

PP – Pergunta de Partida

RE – Regime de Esforço

SA – Sistemas de Armas

SIG – Sistema Integrado de Gestão

TGER – Transporte Aéreo Geral

TIT – *Turbine Inlet Temperature*

UA – Unidades Aéreas

USAF – *United States Air Force*



Introdução

“*Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma*”

Antoine Laurent de Lavoisier.

A redução do orçamento para a operação e a não aprovação de determinados financiamentos, tem exigido muito ao nível da gestão flexível, da procura de soluções mais económicas e da melhoria da eficiência dos processos. (Lopes J. A., 2016, p. 5)

Em 2017, a Força Aérea Portuguesa (FAP) teve um peso de 13% na despesa total do Ministério da Defesa Nacional (MDN) (Ministério da Defesa Nacional, 2017, p. 9), tendo o combustível de aviação, na FAP, um peso de 28%. (Divisão de Recursos (DivRec), entrevista por *email*, 28 de novembro de 2018).

Homologamente na aviação comercial, onde a eficiência é a chave da subsistência neste setor, em 2017 os custos com combustível foram de 19.8% dos custos totais de operação (IATA, 2018).

Na aviação comercial uma das formas de procurar a eficiência é através da minimização dos custos de operação (Roberson, 2007) através de ferramentas, tais como o *Cost Index* (CI). Esta permite às companhias aéreas minimizar os custos operacionais controlando a velocidade a que as suas aeronaves operam (Edwards, Dixon-Hardy, & Wadud, 2016, p. 2).

Tendo em conta os vários Sistemas de Armas (SA) que na sua génese efetuam missões TGER (ex: C-130H, C295 e Falcon 50), (EMFA, 2007) será apenas analisado o C-130H devido a este ter o maior custo por hora de voo nas missões TGER (DivRec, *op. cit.*).

O objeto de estudo desta investigação é o conceito *Cost Index*¹ na frota C-130H² da Força Aérea Portuguesa³, em missões de Transporte Aéreo Geral⁴.

A investigação tem como objetivo geral (OG) analisar e avaliar a integração do objeto de estudo na gestão da operação em quatro dimensões sendo estas:

- i) controlo de custos;
- ii) atribuição de missões;
- iii) operação;

¹ O quê? [conceito *Cost Index*]

² Onde? [na frota C130H]

³ Quem? [FAP]

⁴ Quando? [em missões de TGER]



iv) manutenção;

Deste objetivo geral, derivam os seguintes objetivos específicos (OE):

OE1: Conhecer e compreender os custos de operação do C-130H, analisando quais a utilizar para o cálculo do CI.

OE2: Criar uma fórmula de CI para o C-130H, calcular o valor atual e analisar a operação à luz deste conceito.

OE3: Analisar possíveis alterações, na gestão de operação do C-130H, nas quatro dimensões propostas.

De forma a atingir estes objetivos, a investigação terá como base a seguinte pergunta de partida (PP): de que forma se integrará o conceito CI na gestão de operação da frota C-130H da FAP em missões TGER?

Desta PP resultam três perguntas derivadas (PD):

PD1: Quais os custos de operação do C-130H e destes, quais a utilizar no cálculo do CI?

PD2: Qual o valor de CI para o C-130H e de que forma a sua alteração influenciará a velocidade a voar em missões TGER?

PD3: Que alterações terão que ser feitas, nas quatro dimensões em análise, para que se integre o conceito CI na gestão de operação do C-130H?

Será utilizado um raciocínio dedutivo, baseado numa estratégia de investigação qualitativa e seguindo um desenho de pesquisa transversal.

O corpo do trabalho será dividido em três capítulos. No primeiro capítulo será apresentado o “estado da arte”, baseado na revisão da literatura, incidindo-se como é feita a gestão de custos e por consequência, de combustível, na FAP, na *United States Air Force* (USAF) e na aviação civil. Será também aprofundado o modelo de análise utilizado.

No segundo capítulo será analisado como chegar aos custos de operação a utilizar no cálculo do CI e como este conceito poderá alterar as velocidades a serem voadas no C-130H esperando-se obter resposta à PD1 e PD2.

No terceiro capítulo será estudada a integração do conceito de CI na gestão de operação perspetivando-se obter a resposta à PD3. Será então feita a análise das PD de forma a responder à PP e assim atingir o OG desta investigação.



Seguir-se-á o capítulo das conclusões onde será revista a análise dos resultados e a discussão dos OE e OG, bem como apresentado qual o contributo desta investigação para o conhecimento. Serão apresentadas recomendações para a aplicação deste estudo, bem como limitações com que a investigação se deparou e propostas para futuras pesquisas.



1. Revisão da Literatura e modelo de análise

Serão observadas que medidas de poupança de combustível e controlo de custos, tais como o CI, estão implementadas na FAP, na USAF e nas companhias aéreas civis. No final deste capítulo espera-se identificar os processos existentes na FAP sobre esta matéria e o que poderá ser estudado para melhorar a performance nesta área.

1.1. Gestão de Combustível na FAP

“Racionalizar o consumo de combustível de aviação por hora de voo em cada frota, garantindo um rácio igual ou inferior ao verificado no ano anterior.”

(CEMFA, 2018)

A par dos vários sectores da sociedade, públicos e privados, as Forças Armadas (FA) não são imunes à falta de recursos económico-financeiros.

A elevada volatilidade do preço do combustível, com a conseqüente necessidade de constantes reajustamentos do Regime de Esforço (RE), levou a que a Divisão de Operações (DIVOPS) recomendasse em 2012 às Unidades Aéreas (UA) a redução em, 3% de combustível (litros/HV por aeronave) na atividade aérea, em relação aos valores de 2011 (CEMFA, 2012).

Verificou-se que em 2012, e decorrente da Diretiva do Chefe de Estado Maior da Força Aérea (CEMFA), a FAP criou uma dinâmica de responsabilização envolvendo os Comandantes das UA, os quais promoveram junto destas, ações de sensibilização com vista à diminuição do consumo de combustível na operação das aeronaves. Foram ainda envolvidas a Direção de Abastecimento e Transporte (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 Sistema Integrado de Gestão (SIG), desde o início de 2011, permitiu à DAT um controlo rigoroso do consumo de combustível, que anteriormente não era possível.

Na investigação realizada verificou-se que houve um esforço na FAP, para promover a sensibilização das esquadras de voo, no sentido de implementar medidas na operação 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 (Milharadas, 2013, p. 16).



Durante os anos que se seguiram, até 2018 inclusive, os objetivos de gestão têm sido sempre consumir menos combustível, ou no máximo o mesmo em relação ao ano transato (CEMFA, 2018), não ousando recomendar um incremento na poupança tão significativo como o que foi pedido em 2012.

Analisar-se-á nesta investigação se o CI poderá ser uma ferramenta a usar para uma maior eficiência no consumo de combustível na FAP.

1.2. Gestão de Combustível na USAF

"Allowing us to be more fuel efficient allows us to be more effective."

Lepchenske (2012).

O *Air Mobility Command* (AMC) da USAF, tem sido usado na projeção e retração de meios dos Estados Unidos da América (EUA) em vários pontos do globo.

Tal como na maioria das companhias de aviação civil, a maior parcela de despesa do AMC recai sobre o combustível. Em 2006 nos EUA, foi a primeira vez que na indústria de aviação, os custos com combustível superaram aquele que era, até então, o maior custo parcelar - a mão de obra. Nesse ano observou-se um peso de 26.6% nos custos com combustível *versus* 25.2% nos custos com mão de obra (Mirtich, 2011, p. 1).

Este autor dá o exemplo em comparação com 2001, em que os custos com mão de obra, numa companhia aérea civil nos EUA, eram em média de 36.2%, enquanto os custos com combustível eram apenas de 13.4%. Esta alteração, neste período de cinco anos, segundo o próprio, deve-se ao aumento do preço dos combustíveis.

Esta tendência de inversão manteve-se e em 2008 os custos com combustível atingiam 32.3% na indústria da aviação civil (Mirtich, 2011, p. 1).

Concomitantemente, no Governo dos EUA, o Departamento da Defesa (DoD) contabiliza 91% do consumo total de combustível do governo, sendo que a USAF contabiliza 64% do consumo de combustível do DoD. Na USAF, 84% do combustível é usado na aviação, representando 50% do consumo total do DoD, sendo o AMC responsável pelo consumo de 52% do combustível usado na aviação, ou seja, quase um quarto de todo o consumo do DoD (Mirtich, 2011, p. 2).



Perante estas percentagens, foi implementado na USAF, mais concretamente na AMC um departamento, o *Fuel Efficiency Office* (FEO), para implementar e controlar os custos de operação – com especial incidência nos custos com combustível.

A introdução no AMC de uma ferramenta homologa ao CI, o *Mission Index Flying* (MIF), previu a poupança de mais de 842 milhões de dólares entre os anos fiscais de 2012 e 2017. A importância do cumprimento desta poupança é de afastar os cortes de financiamento das áreas operacionais, nomeadamente nas horas de voo (Lepchenske, 2012).

O MIF contempla mais de setenta iniciativas que contribuem para a eficiência global da missão. O carregamento de carga das aeronaves com precisão (a favorecer centros de gravidade (CG) traseiros) e o planeamento de combustível para a missão são apenas algumas delas. As tripulações são recomendadas a aprender a usar o MIF de forma a serem o mais eficiente possíveis. O AMC, após as missões, verifica a aplicação correta do mesmo pelas tripulações, de forma a obter *feedback* em relação à eficiência proporcionada por este sistema (Lepchenske, 2012).

Na frota de C17's e ainda na fase inicial da aplicação desta ferramenta, observou-se mais de 2.5% de redução no consumo de combustível (Lepchenske, 2012).



1.3. Gestão de Combustível nas Companhias Civas

A gestão de combustível nas companhias aéreas civis é feita de forma minuciosa, através de programas integrados de gestão de custos.

As tripulações apenas têm uma pequena margem para alterar quantidades de combustível já pré-planeadas e quando o fazem será apenas por alguma condicionante particular, tal como a probabilidade de deterioramento da meteorologia no destino, no alternante ou em rota; congestionamento de tráfego esperado no destino e subsequente tempo em espera; entre outras parcas possíveis situações (Flight Operations Support & Line Assistance, 2004, p. 16).

Os programas integrados de gestão de custos, utilizados nas células de planeamento das companhias, providenciam às tripulações um valor adimensional: o CI.

Este valor será introduzido nos *Flight Management Computers* (FMC) das aeronaves o qual é traduzido em um regime de subida, de voo de cruzeiro e de descida, contabilizando o que se quer dar prioridade por parte da companhia para aquele voo em particular de forma a reduzir os custos: se a tempo de voo menor, ou a uma redução na velocidade para poupar combustível (Roberson, 2007).

O que se vai ter em conta nestes cálculos é o que pesa mais no custo de operação: se é o custo de tempo ou se é o custo de combustível.

O CI, dependendo do que a companhia quiser considerar, pode englobar diversos fatores tal como exemplificado na Figura 3. Para o cálculo do custo de tempo apenas os custos variáveis são considerados, visto que os fixos não são, tirando situações extremas e desprezadas neste estudo, influenciados pela alteração de velocidade de voo (Mirtich, 2011, p. 10).

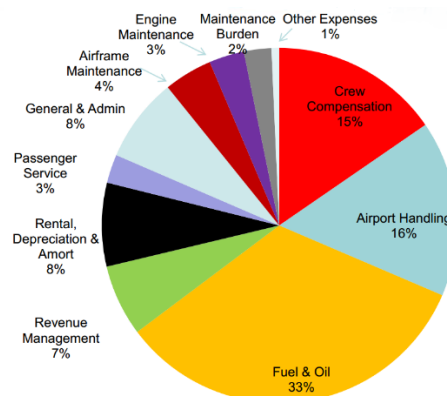


Figura 1 – Custos totais de operação (exemplos de referência)

Fonte: Burris (2015).



A equação do CI é:

$$CI = \frac{C_t}{C_f}$$

Equação 1 – Fórmula de Cálculo do CI

Fonte: Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus (1998, p. 7).

C_t – Custo de tempo (€⁵/HV)

C_f – Custo de combustível (cent/lb)

Numa situação em que os custos de tempo sejam bastante elevados, comparando com os custos com combustível, a companhia irá eleger que esse voo use uma velocidade de voo superior, privilegiando um menor tempo de voo em detrimento de um maior consumo de combustível (Burris, 2015).

O contrário também será válido: se o custo do combustível for, em comparação com o custo de tempo de voo, mais elevado, poder-se-á reduzir a velocidade (poupando assim combustível) tendo como consequência um maior tempo de voo.

Na Figura 4 podemos observar que os valores de CI podem ser atribuídos de 0 até um valor máximo definido pela construtora do avião ou do *Flight Management System* (FMS), 99 ou 999 no caso da *Airbus*. (Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 1998, p. 7).

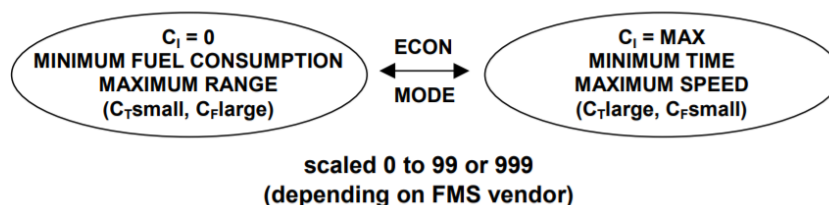


Figura 2 – Variação do CI na Airbus

Fonte: Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus (1998, p. 7).

⁵ Os cálculos originais da fórmula são executados em dólares. Para adaptação à realidade FAP serão utilizados Euros.



Para se observar as vantagens de um CI otimizado, a *Boeing* realizou um estudo utilizando uma companhia aérea de renome, operadora de vários aparelhos *Boeing* e um da *McDonnell Douglas*.

Analisando a Tabela 1 observa-se que operar a um CI otimizado reflete-se em poupanças anuais significativas e não tem uma expressão significativa no aumento de tempo de voo⁶ (Roberson, 2007).

Tabela 1 – Exemplo da aplicação do CI pela Boeing

FLEET	CURRENT COST INDEX	OPTIMUM COST INDEX	TIME IMPACT MINUTES	ANNUAL COST SAVINGS (\$000's)
737-400	30	12	+1	US\$754 – \$771
737-700	45	12	+3	US\$1,790 – \$1,971
MD-80	40	22	+2	US\$319 – \$431

Fonte: Roberson (2017).

As companhias aéreas civis dependem do lucro que consigam gerar e têm sido criadoras de conhecimento na gestão eficiente dos custos de operação. A aviação militar, na operação equiparável, poderá beneficiar deste conhecimento e adaptá-lo às suas missões.

⁶ O aumento de tempo na tabela é referente a um voo de 1000 milhas náuticas (NM).



1.4. Modelo de Análise

Procurando atingir o OG desta investigação, utiliza-se um tipo de raciocínio indutivo em que se parte da observação de factos particulares, nomeadamente os impactos na gestão de operação, nas várias dimensões analisadas e através da sua associação, estabelece-se generalizações que permitam formular uma teoria, neste caso, o CI como ferramenta de poupança e integrável na gestão de operação do C-130H (Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (Coords.), 2016, p. 20).

A estratégia de investigação adotada foi qualitativa, visto que entre outras considerações “(...) (iii) os dados da investigação são analisados indutivamente, na medida em que o investigador chega à compreensão dos fenómenos a partir de padrões encontrados nos dados; (...) (vii) utilizam-se procedimentos interpretativos, não experimentais privilegiando-se a análise de caso ou de conteúdo; (...) produz dados descritivos a partir de documentos, de entrevistas e da observação.” (Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (Coords.), 2016, p. 30)).

Adotou-se um desenho de pesquisa transversal, sendo efetuadas medições nas mesmas condições e num determinado instante de tempo, em concreto, numa determinada missão. Serão alteradas variáveis (velocidade e *fuel flow* (ff)) analisando-se os efeitos no tempo de voo, custos e impactos na operação.

A base da investigação assentará sobre os conceitos *Cost Index*, Transporte Aéreo Geral e Gestão de Operação, explanados no apêndice A.

A integração do CI será investigada em quatro dimensões:

- i) Controlo de Custos - pelo Estado Maior da Força Aérea (EMFA), no cálculo do regime de esforço (RE), do CI e posterior disseminação do valor do mesmo;
- ii) Atribuição de Missões - pelo Comando Aéreo (CA) quando atribui missões e que informação deverá disponibilizar às Esquadras;
- iii) Operação - ao nível da Esquadra 501 (ESQ501) no planeamento e subsequente operação;
- iv) Manutenção – ao nível da Direção de Manutenção de Sistemas de Armas (DMSA) e da Manutenção da Esquadra 501 (ESQ501MNT) de modo a gerir os ciclos de manutenção;

O horizonte temporal será observado de forma transversal.



2. *Cost Index* no C-130H

Existem inúmeras ferramentas para controlo de custos na aviação e poupança de combustível, tais como *tankering* entre outros (Hatrack, 2018). O CI destaca-se, neste universo de ferramentas por integrar o fator tempo e os custos associados a este na gestão de operação. É desta forma que se torna vital identificar todos os custos associados a este fator, bem como o preço do combustível disponibilizado para a operação. Um valor de CI, sem a compreensão do mesmo, não trará benefício acrescentado sendo para isso importante saber o que ele representa e o que fazer na gestão de operação com alteração do mesmo.

2.1. Cálculo do CI para o SA C-130H

A fórmula do CI, sendo simples⁷ torna-se complexa no cálculo do C_t . Uma companhia aérea terá que equacionar diversas variáveis referentes à variação da duração de um voo. Como exemplo tem-se a questão do custo com a tripulação: vão fazer horas extra? Irão entrar em períodos de trabalho que tenham de ser ressarcidos de um valor superior? O voo está atrasado e os passageiros não vão conseguir continuar no voo de conexão? Terão que ser hospedados em hotéis?

As questões continuam até com a disponibilidade da aeronave para voos seguintes: a aeronave, ao atrasar, irá comprometer a sua disponibilidade para um voo seguinte?

Todas estas e outras questões entram num universo complexo de gestão de custos que a aviação militar, pela sua especificidade, não está exposta, ou pelo menos de uma forma tão contundente.

Importa então definir o que será elegível para os custos de tempo. Nesse sentido, apenas os custos variáveis serão equacionados, visto que os fixos não se deverão alterar com a variação do tempo do voo (Roberson, 2007).

Através da análise de dados (Tabela 2), retira-se quais as despesas com a operação e sustentação a utilizar no cálculo do Custo da Hora de Voo (CHV). Estes dados foram recolhidos com base em 1618,75 horas de voo (HV) realizadas em 2017 (DivRec, *op. cit.*).

⁷ $(CI = C_t / C_f)$



Tabela 2 – Custos com Operação e Sustentação C-130H (2017)⁹

Material	Reparações e Revisões	Simulador	Catering	Combustível	Lubrificantes	Produtos Químicos	Inspeções Exteriores
DMSA	DMSA	DEP ⁸	DAT	DAT	DAT	DAT	DMSA
1 156 605,07	2 281 785,30	62 622,29	509,23	2 835 800,03	17 429,00	78 721,00	513 944,30

Fonte: DivRec (*op. cit.*).

Os custos relacionados com remunerações não serão equacionados, visto que as tripulações e a manutenção são constituídas por militares com salários fixos, pelo que, desde que se cumpram os limites previstos na legislação¹⁰, a alteração do tempo de voo não terá impacto financeiro (Mirtich, 2011, p. 22).

Quanto aos custos de operação e sustentação presentes na tabela 2 não serão tido em conta no custo de tempo a coluna “Combustível” (Mirtich, 2011, p. 26).

Assim sendo, o somatório da despesa com operação e sustentação a considerar é de 4.111.616,19 € para as 1.618.75 hv voadas em 2017 pelo C-130H.

Ao dividir a despesa pelo total das horas de voo de 2017 obtém-se o custo por hora de voo de 2.540 €/hv, sendo este o valor a usar no numerador para o cálculo do CI.

Com o C_t calculado seguir-se-á a atribuição do valor de combustível em centimos por libra – o C_f .

Em 2017, o preço médio do litro de combustível para o C-130 foi de, 56.5 centimos por litro (DivRec, *op. cit.*).

Na conversão para as unidades a utilizar na fórmula será usada a densidade média de 0.81 kg/litro¹¹ (Schmitgal & Tebbe, 2011, p. 6), ou de 1.7857 lb/litro se for convertido para libras.

O valor do combustível em centimos por litro, a utilizar no denominador da fórmula do CI será:

$$\frac{56,5 \text{ cent/lt}}{1,7857 \text{ lb/lt}} = 31,64 \text{ cent/lb}$$

Equação 2 – Valor do combustível em cent/lt

Fonte: Adaptado a partir de Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus (1998, p. 7).

⁸ Direção de Engenharia e Programas (DEP)

⁹ Valores em Euros.

¹⁰ O limite de tempo de serviço aéreo para os tripulantes de C-130H, na grande generalidade dos casos, são 16 horas. No entanto apenas 13 horas máximas serão contabilizadas de voo, existindo duas horas para *pre-flight* (antes do voo) e uma hora para *debriefing* e fecho da missão após o voo (CEMFA, 2010). Existem outras situações que podem fazer este valor alterar que não serão abordadas nesta investigação.

¹¹ Valor de referência para uma temperatura exterior de 15 °C. Valor médio obtido de 0.775 a 0.840 kg/lt.



Substituindo na equação do CI os valores obtidos para o C-130H da FAP tem-se que:

$$CI = \frac{2.540 \text{ €/hv}}{31,64 \text{ cent/lb}} = 80,28 \approx 80$$

Equação 3 – Cálculo do CI para o SA C130 da FAP (CI 80)

Fonte: Adaptado a partir de Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus (1998, p. 7).

Com a fórmula do CI para o C-130H da FAP encontrada e calculada, seguir-se-á a alteração de variáveis para compreender como o valor de CI pode ser alterado e quais os impactos na gestão da operação.

2.2. Atribuição de Valores de CI

Com a obtenção do valor de CI 80, sabe-se agora qual o valor de CI para operação “normal” utilizando os valores de 2017. De acordo com a Nota Técnica 01/05¹² a velocidade a voar acima de FL100 será de 290 KTAS¹³ com 932 °C de TIT¹⁴, ou outros TIT em situações de emergência (falha de 1 ou 2 motores) (Secção de Uniformização e Avaliação Esquadra 501, 2005, p. 1).

2.2.1. Análise do Custo de Missão

Na Tabela 4 são usadas as várias opções de velocidade existentes, suportadas em manual (Lockheed Martin, 2013, pp. 5-95 a 5-131), com base num voo efetuado entre Lisboa e Ponta-Delgada.

¹² Nota Técnica 01/05 – Escolha do Nível de Cruzeiro

¹³ *Knots True Air Speed*

¹⁴ *Turbine Inlet Temperature*



Tabela 3 - Análise do Custo de Missão com CI 80

CI	KTAS	Combustível consumido na missão (lb)	Preço do Combustível (cent/lb)	Custo Combustível (€)	Tempo de Voo (HH:mm)	Custo de Voo (€/HV)	Custo de Tempo (€)	Custo Total (€)
80	300	16086	31,64	5089,6104	03:10	2540	8051,8	13141,41
	290	15759	31,64	4986,1476	03:15	2540	8255	13241,14
	280	15480	31,64	4897,872	03:20	2540	8458,2	13356,07
	270	15427	31,64	4881,1028	03:26	2540	8712,2	13593,30
	260	15419	31,64	4878,5716	03:33	2540	9017	13895,57

Fonte: Adaptado a partir de Mirtich (2011, p. 25) e A. Gama (entrevista presencial, 21 de dezembro de 2018).

Assim, constata-se que o custo total mais baixo para executar esta missão seria à velocidade de 300 KTAS, sendo a velocidade de 260 KTAS a mais dispendiosa. No Apêndice B são analisados outros valores hipotéticos de CI, associados à variação do preço do combustível. Constata-se no referido Apêndice que apenas abaixo de um CI 40 será mais vantajoso voar a 290 KTAS, ou seja, o preço do combustível teria que duplicar (63 cent/lb) e apenas quando o preço de combustível atingir os 73 cent/lb (CI 35) é que seria mais vantajoso voar a 280 KTAS.

Outras análises na relação de custo poderiam ser feitas. Neste estudo apenas se pretende analisar a alteração da velocidade como fator de poupança – conceito de CI.

Aumentar a altitude do voo compensará num menor consumo de combustível, no entanto, nem sempre subir até uma altitude máxima representará uma poupança nos custos globais da missão, tal como explanado na Tabela 7 do Apêndice E. De forma a degradar o mínimo nos custos da missão deverão ser feitas subidas graduais ao longo do voo, tal como explanado no Anexo B da presente investigação (Mirtich, 2011, p. 16).



2.3. Síntese Conclusiva

Neste capítulo foram encontrados os custos de operação do C-130H, em 2017, através da análise de dados fornecidos pela DivRec. Concluiu-se, com suporte em bibliografia, que os custos a considerar no cálculo do CI seriam os custos com material, revisões e reparações, simulador, *catering*, lubrificantes, produtos químicos e inspeções feitas no exterior da FAP, perfazendo o total de 4.111.616,19 €, respondendo assim à PD1 – Quais os custos de operação do C-130H e destes, quais a utilizar no cálculo do CI e atingindo assim o OE1 – conhecer e compreender os custos de operação do C-130H, analisando quais a utilizar para o cálculo do CI.

Para responder à PD2 começou-se por encontrar na bibliografia a equação a utilizar¹⁵. O valor de C_t foi calculado bastando para isso dividir a despesa total pelo número de horas de voo voadas, chegando-se ao valor a usar no numerador da equação: 2540 €/hv. O denominador, o C_f , foi também encontrado, através dos dados fornecidos pela DivRec, sendo 31,68 cent/lb.

Utilizando os valores, acima mencionados, na equação do CI chega-se ao valor de 80.

Ao estudar uma missão realizada pela ESQ501, mantendo a altitude, variando a velocidade e calculando os restantes parâmetros, concluindo-se que nessa missão, para CI 80, a velocidade economicamente ideal seria 300 KTAS, em vez dos 290 KTAS que a ESQ501 voa por defeito, seguindo a NT interna que assim estabelece o procedimento. Foram analisados outros valores de CI no Apêndice B e demonstrado como a alteração do CI influenciará a velocidade a voar, respondendo assim à PD2 – qual o valor de CI para o C-130H e de que forma a sua alteração influenciará a velocidade a voar em missões TGER, e atingindo assim o OE2 – criar uma fórmula de CI para o C-130H, calcular o valor atual e analisar a operação à luz deste conceito.

¹⁵ $CI = C_t/C_f$



3. Integração do CI da Gestão da Operação

“Striving for fuel efficiency affects everyone in the command from air crews to the maintainers and support crew on the flightline.”

Capt. Neil Samson, em entrevista a Lepchenske (2012).

A integração do CI na gestão da operação a ser feita terá que o ser de forma transversal (Lepchenske, 2012). Esta investigação apenas avaliará a integração em quatro dimensões, expostas nos próximos subcapítulos.

3.1. Controlo de Custos

O EMFA, através do controlo de custos que a DivRec já realiza, nomeadamente para o cálculo e controlo do RE, já possui os dados para o cálculo do CI (L. Reis, entrevista presencial, 28 de novembro de 2018), devendo atualizar o valor com a menor periodicidade praticável (Roberson, 2007).

Esta informação deverá ser permanentemente partilhada com o CA de forma a que as missões sejam atribuídas com essa informação em anexo (A. Gama, *op. cit.*).

Para controlar o processo e a sua efetividade, tal como foi criada o FEO no AMC, deverá na FAP ser criada uma secção, ou processos em secções já existentes com essa finalidade.

3.2. Atribuição de Missões

À imagem do que é feito na USAF (Lepchenske, 2012), o CA, na atribuição de missões à Esquadra 501, deverá informar o valor do CI. A Ordem de Missão (ORMIS) será uma ferramenta possível para esse efeito (A. Gama, *op. cit.*).

Se for pretendido que a missão se desenrole no menor tempo possível, independentemente dos custos mais elevados de operação, devido a consideração superior, essa informação deverá ser integrada no planeamento (Mirtich, 2011, p. 29).

Outra informação pertinente a acrescentar na ORMIS seriam o preço do combustível, nos vários aeroportos numa determinada missão (A. Gama, *op. cit.*). O objetivo é ser calculado soluções de *tankering*, se for possível, como medida de poupança (Hatrack, 2018). Essa informação poderá ser fornecida pela DAT, sendo preciso criar procedimentos para a manutenção desses dados atualizados (DivRec, *op. cit.*).

Se na ORMIS for também incluída a informação de carga e passageiros a serem transportados, com os respetivos pesos, as tripulações ficam com todos os dados



centralizados num só documento, sendo uma mais valia para um planeamento expedito (A. Gama, *op. cit.*).

3.3. Operação

Ao ser atribuída a missão pelo CA, a ESQ501 deverá iniciar o processo de planeamento com recurso a *software*, como por exemplo o *Flight Plan Manager*, evolução do *Flywise* utilizado na USAF, que integre os dados do CI. Estes dados irão ajustar a velocidade, altitude e rota, de forma a que os custos globais da missão (custos de tempo vs combustível) previstos no CI sejam minimizados (Mirtich, 2011, p. 13).

O *software* deverá também integrar a informação de ventos em altitude, temperaturas e possíveis restrições à rota. Dependendo dos fatores meteorológicos poderá o valor do CI ser alterado, sendo para isso definido valores de referência para ventos de frente, no caso de ser economicamente rentável aumentar a velocidade de voo em detrimento de combustível usado para o efeito, ou ventos de cauda, em que, inversamente, seja compensatório reduzir a velocidade para poupar combustível (Roberson, 2007).

Uma condição para a execução do CI no C-130H será a instalação de FMS e a integração do CI nesse equipamento por parte do construtor do equipamento. Sem este, todos os cálculos terão que ser executados em equipamentos do género *laptop* e com a alteração dos parâmetros de voo de forma manual, sempre com prejuízo da eficiência (Mirtich, 2011, p. 20). Durante a fase de voo, as tripulações deverão cumprir com o planeado, no entanto, o espaço aéreo, cada vez mais saturado, nem sempre é permissivo à exploração do CI na sua máxima extensão possível (Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 1998, p. 60).

3.4. Manutenção

A manutenção representa a maior parcela de custos no cálculo do custo de tempo para o C-130H (DivRec, *op. cit.*).

Segundo a gestão de frota do SA C-130H, raras são as aeronaves que entram em inspeção com o potencial de horas de voo esgotado, sendo atingido primeiro o limite de tempo por calendário (F. Pedro, entrevista telefónica, 04 de janeiro de 2019). Isto faz com que não estejam a ser voadas todas as horas possíveis para o custo existente com a manutenção, desprezando consumíveis (pneus, lubrificantes, etc).

Apenas no ano de 2017, e contabilizando as aeronaves que entraram para inspeção de terceiro escalão¹⁶, somaram um total de 1154 horas de voo que não foram utilizadas, mas

¹⁶ Intervenção feita atualmente nas OGMA, SA.



que ficaram contabilizadas nos custos de manutenção (F. Pedro, *op. cit.*). Se estas horas tivessem sido executadas, e desprezando o aumento de consumíveis, o custo de tempo a usar no numerador da equação do CI baixaria de 2540 €/hv para 1483 €/hv¹⁷. O CI seria então de 47¹⁸.

3.5. Limitações e Restrições

Tal como na USAF, a implementação do CI implicará um investimento em conhecimento e meios técnicos que permitam a exploração deste conceito, na obtenção de ganhos significativos de eficiência nas missões da FAP (Lepchenske, 2012). Na USAF este conceito e ainda numa fase embrionária, foi rapidamente responsável por atingir de 1 a 2% de redução de combustível num só ano fiscal (Mirtich, 2011, p. 8). Para a realidade da FAP com base nos dados fornecidos pela DivRec (*op. cit.*) referentes a 2017, 1 a 2% de poupança de combustível no C-130H representaria valores entre 28.358€ a 56.716€. Se estendermos este conceito a outros SA¹⁹ que executam missões TGER, a poupança anual tem a potencialidade de ascender a valores superiores a 100.000€ (Mirtich, 2011, p. 8).

Como custos, serão necessárias aplicações informáticas de planeamento bem como equipamentos nas aeronaves²⁰. Será necessário dotar de conhecimento e treino as tripulações, bem como todas as entidades²¹ envolvidas no processo (Mirtich, 2011, p. 8). Novos procedimentos e partilha de dados que terão de ser implementados, tal como feito na USAF aquando a integração do CI (Lepchenske, 2012).

3.6. Síntese Conclusiva

Neste capítulo respondeu-se à PD3 – que alterações terão que ser feitas, nas quatro dimensões em análise, para que se integre o conceito CI na gestão de operação do C-130H, sendo encontradas as seguintes alterações:

- i) Ao nível do controlo de custos a DivRec, já possui os dados necessários para o cálculo do CI. Seria apenas necessário efetuar o cálculo do CI e disponibilizar o valor ao CA (DivRec, *op. cit.*).

¹⁷ 1618,75hv voadas mais 1154h geradas pela manutenção e que não foram voadas dariam um total de 2772,75hv. Ao dividir os 4.111.616,19€ de custos de tempo pelas 2772,75hv daria um custo de hora de voo de 1483€/hv.

¹⁸ Ver Apêndice D

¹⁹ C295 e Falcon

²⁰ FMS e respetiva programação para interpretar os valores de CI calculados para o C-130H.

²¹ DivRec, Dat, CA (Centro de Operações, Planos, Mobilidade e Transporte), DMSA (Gestores de Frota do SA C-130H), Manutenção da Esquadra 501, entre outros que se venham a mostrar intervenientes no processo.



- ii) Ao nível de atribuição de missões conclui-se que o CA deverá fazer constar na ORMIS:
 - o valor de CI (A. Gama, *op. cit.*);
 - o preço do combustível nos diversos aeroportos a usar nesse voo, bem como os dados de carga (peso e volume) e de passageiros (número) através da Mobilidade e Transporte (MT) (A. Gama, *op. cit.*) também na ORMIS, como medida de centralização da informação;
- iii) Na operação conclui-se que:
 - Na fase de planeamento, deverão ser utilizados *softwares* que permitam integrar o CI, os restantes dados disponibilizados na ORMIS e os dados meteorológicos para o voo, de forma a escolher o nível de voo e velocidade ideal para a missão (Mirtich, 2011, p. 13).
 - Durante a fase de voo, as tripulações deverão cumprir com o planeado.
- iv) Referente à manutenção a análise de dados proveniente da DMSA (Apêndice C), mostrou um elevado número de horas de voo geradas nas aeronaves, que não foram utilizadas (F. Pedro, *op. cit.*).

Conclui-se, perante o limitado aumento do tempo de voo utilizando o CI, verificado por Roberson (2007) e exemplificada na Tabela 1, que não haverá impacto significativo na manutenção.

Respondida a PD3 – que alterações terão que ser feitas, nas quatro dimensões em análise, para que se integre o conceito CI na gestão de operação do C-130H, atinge-se o OE3 – analisar possíveis alterações, na gestão de operação do C-130H, nas quatro dimensões propostas.



Conclusões

Nesta investigação foi definido como objeto de estudo o conceito *Cost Index* na frota C-130H da Força Aérea Portuguesa, em missões de Transporte Aéreo Geral tendo como OG analisar e avaliar a integração do objeto de estudo na gestão da operação em quatro dimensões:

- No Controlo de Custos;
- Na Atribuição de Missões;
- Na Operação;
- Na Manutenção.

Para se atingir o OG foram criados três OE:

OE1: Conhecer e compreender os custos de operação do C-130H, analisando quais a utilizar para o cálculo do CI.

OE2: Criar uma fórmula de CI para o C-130H, calcular o valor atual e analisar a operação à luz deste conceito.

OE3: Analisar possíveis alterações, na gestão de operação do C-130H, nas quatro dimensões propostas.

Na consecução dos OE e conseqüentemente, do OG da investigação foi lançada uma PP: de que forma se integrará o conceito CI na gestão de operação da frota C-130H da FAP em missões TGER?

Homologamente aos OE, foram feitas três PD para responder à PP:

PD1: Quais os custos de operação do C-130H e destes, quais a utilizar no cálculo do CI?

PD2: Qual o valor de CI para o C-130H e de que forma a sua alteração influenciará a velocidade a voar em missões TGER?

PD3: Que alterações terão que ser feitas, nas quatro dimensões em análise, para que se integre o conceito CI na gestão de operação do C-130H

A investigação foi suportada por um raciocínio indutivo com base em um desenho de pesquisa transversal. Utilizando-se uma estratégia de investigação qualitativa, foram analisados ficheiros de controlo de custos da DivRec, análise de dados do SIGOP, manipulação de variáveis numa missão em arquivo da ESQ501, tendo como base os conceitos *Cost Index*, Transporte Aéreo Geral e Gestão de Operação.

Iniciou-se este percurso na fase exploratória onde o “Estado da Arte” se mostrou vasto na aviação civil, mas ainda reduzido na aviação militar, verificando-se a pertinência desta



investigação. Após contacto informal com os tripulantes da ESQ501, conclui que este conceito é desconhecido por um elevado número de tripulantes, reforçando a pertinência deste estudo e a necessidade de doutrinação e treino.

Na fase analítica confirmou-se que, a teoria que suporta este conceito, combinada com os dados recolhidos da FAP, conseguiu proporcionar resultados em consonância com a demais bibliografia pesquisada. Na fase conclusiva atingir-se-á o OG desta investigação.

Com o objetivo de avaliar um ano de operação, foram usados os dados referentes a 2017, visto que os dados de 2018 ainda não estavam completos.

Em relação à PD1 – quais os custos de operação do C-130H e destes, quais a utilizar no cálculo do CI, considerou-se os custos com material, revisões e reparações, simulador, catering, lubrificantes, produtos químicos e inspeções feitas no exterior da FAP, perfazendo o total de 4.111.616,19 €. Ao responder à PD1 atingiu-se o OE1 – Conhecer e compreender os custos de operação do C-130H, analisando quais a utilizar para o cálculo do CI.

Para responder à PD2 usou-se a fórmula do CI e utilizando os valores obtidos no OE1, tem-se que:

Ao dividir a despesa, pelo total das horas de voo de 2017 (1618,75 hv), obtém-se o custo por hora de voo de 2.540 €/hv, sendo este o valor a usar no numerador para o cálculo do CI. Foi também encontrado que, em média, o preço de combustível foi de 31,64 cent/lb, valor este a utilizar no denominador da fórmula do CI (DivRec, *op. cit.*).

$$CI = \frac{2.540 \text{ €/hv}}{31,64 \text{ cent/lb}} = 80,28 \approx 80$$

Equação 4 – Cálculo do CI para o SA C130 da FAP (CI 80, revisitado)

Fonte: Adaptado a partir de Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus (1998, p. 7).

De forma a perceber este valor, foi estudada uma missão entre Lisboa e São Miguel a CI 80 e FL220, mas alterando a velocidade da aeronave. Observou-se que seria à velocidade de 300 KTAS que a missão teria custos globais menores, em vez dos 290 KTAS com que normalmente se efetuam as missões TGER (Secção de Uniformização e Avaliação Esquadra 501, 2005, p. 1). Na tabela 5 do Apêndice B diferentes CI são analisados e é feita a verificação das velocidades a voar, com menor custo global para a missão.

Ao encontrar o valor de CI e analisando em que medida a alteração deste valor pode influenciar a velocidade a operar o C-130H em missões TGER (PD2) atinge-se o OE2 - criar



uma fórmula de CI para o C-130H, calcular o valor atual e analisar a operação à luz deste conceito.

Com o objetivo de responder à PD3 – que alterações terão que ser feitas, nas quatro dimensões em análise, para que se integre o conceito CI na gestão de operação do C-130H foram visitadas as quatro dimensões e estudado de que forma, cada uma delas, poderá contribuir para a integração do CI na gestão da operação. Conclui-se que:

- a) **Controlo de custos;** a DivRec, já possui os dados necessários para o cálculo do CI. Seria apenas necessário calcular o valor e manter o valor disponível para o CA (DivRec, *op. cit.*).
- b) **Atribuição de missões;** conclui-se que o CA deverá fazer constar na ORMIS:
 - i) o valor de CI (A. Gama, *op. cit.*);
 - ii) o preço do combustível nos diversos aeroportos a usar nesse voo, bem como os dados de carga (peso e volume) e de passageiros (número) através da Mobilidade e Transporte (MT) (A. Gama, *op. cit.*);
- c) **Operação:**
 - i) Aquisição e emprego de *softwares* de planeamento e de voo que integrem toda a informação necessária à exploração do CI (Mirtich, 2011, p. 7).
 - ii) Doutrinação, e treino de tripulações para aplicação do conceito CI.
- d) **Manutenção**
 - i) No Apêndice C verifica-se um elevado número de horas de voo geradas nas aeronaves, com os custos associados e que não foram utilizadas (F. Pedro, *op. cit.*).
 - ii) Conclui-se, perante o limitado aumento do tempo de voo utilizando o CI, verificado por Roberson (2007) e exemplificada na Tabela 1, que não haverá impacto significativo na manutenção.

Analisada a integração na gestão de operação sobre o conceito CI, nas quatro dimensões propostas, atinge-se o OE3 – analisar possíveis alterações, na gestão de operação do C-130H, nas quatro dimensões propostas.



Para responder à PP – de que forma se integrará o conceito CI na gestão de operação da frota C-130H da FAP em missões TGER, o processo deverá ser iniciado pelo cálculo do valor de CI e manter a atualização do mesmo, sendo toda a eficácia do processo dependente desta ação (Mirtich, 2011). A DivRec surge como o ator mais influente neste cálculo, detendo a informação necessária para o efeito, devendo partilhar o resultado com o CA. O valor do CI deverá chegar à ESQ501, com o CA a figurar essa informação na ORMIS onde poderá deliberar um valor de CI máximo (a determinar) de forma a exigir que a missão se desenrole no mínimo tempo possível, por razões de carácter operacional. A ESQ501 terá que integrar o valor de CI na fase de planeamento, através de *softwares* próprios, com os restantes dados de planeamento da missão e assim gerar rotas, altitudes e velocidades que reduzam os custos de missão.

Desta forma responde-se à PP e conjuntamente com a consecução dos OE, atinge-se o OG desta investigação – analisar e avaliar a integração do objeto de estudo na gestão da operação nas quatro dimensões propostas onde se conclui que calcular o CI e fazer circular essa informação não provoca alterações significativas aos mecanismos já existentes, no entanto *softwares* de planeamento, equipamentos para as aeronaves, doutrinação e treino de tripulações bem como de todos os intervenientes no processo, acarretam tempo e custos que terão de ser acautelados.

Contributo para o conhecimento

Esta investigação contribui para uma revisão às diretivas vindouras referentes aos Objetivos e Indicadores de Gestão da FAP, mostrando que a par de outros operadores, civis e militares, a FAP poderá ser mais eficiente nas missões TGER e com isso obter poupanças significativas.

Descobriu-se que, com processos já existentes e sem grandes alterações, será possível calcular e disseminar o CI, usando-o na consecução de objetivos superiormente definidos e que é uma ferramenta com potencial para gerar poupança, se devidamente integrada e compreendida por todos.

Recomendações, abertura para pesquisas futuras e limitações

Ao EMFA recomenda-se:



- i) um estudo sobre soluções de *software* que integrem as variáveis necessárias ao uso do CI, no planeamento e execução do voo para a ESQ501.
- ii) um estudo sobre *tankering* como uma possível medida de poupança no custo médio de combustível (Hatrack, 2018).
- iii) Está em curso a modernização dos C-130H, com a instalação de equipamentos FMS. Recomenda-se que seja tido em conta a programação dos mesmos para que interpretem os valores de CI a introduzir.

À DMSA recomenda-se:

- i) um estudo sobre o uso de temperaturas mais elevadas nas turbinas dos motores do C-130H e de que forma se antecipa um maior desgaste, com custos previstos de utilização por hora de voo.

A investigação não se deparou com limitações de relevo, no entanto, a falta de *software* para a integração do CI nos cálculos dos dados de voo, levou a que fossem perdidas muitas horas na obtenção de dados. Esta limitação reforça a necessidade da aquisição de *software* específico para o efeito.



Bibliografia

- Burris, M. A. (2015). *Cost Index Estimation*. Chicago: Boeing. Retirado em dezembro de 2018, de <https://www.iata.org/whatwedo/workgroups/Documents/ACC-2015-GVA/0845-0915-cost-index.pdf>
- CEMFA. (2010). *500-2 Regulamento de Serviço Aéreo*. Alfragide: Autor.
- CEMFA. (2012). *Objetivos e indicadores de gestão para 2012 Diretiva N° 03/CEMFA/2012*. Alfragide: Autor.
- CEMFA. (2018). *DIR N°13/2018 - Objetivos e Indicadores de Gestão para 2018*. Alfragide: Autor.
- Edwards, H., Dixon-Hardy, D., & Wadud, Z. (2016). A New Model for Aircraft Cost Index Calculation. Em: *TRB ANNUAL MEETING*. Conferência organizada pela University of Leeds, Leeds. Retirado em novembro de 2018, de <http://docs.trb.org/prp/16-5574.pdf>
- EMFA. (2007). *Dir. n.º 07/2007 - Missão, Numeração e Distintivos das Unidades Aéreas*. Alfragide: Autor.
- Flight Operations Support & Line Assistance. (outubro de 2004). *Getting to Grips with Fuel Economy*. Blagnac: Autor.
- Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus. (Maio de 1998). *Getting to grips with the Cost Index*. Blagnac, França: Autor. Retirado em novembro de 2018, de <http://ansperformance.eu/references/library/airbus-cost-index.pdf>
- Hatrick, S. (27 de 11 de 2018). *Innovation results in big aviation fuel savings for NZDF*. Retirado em dezembro de 2018, de New Zealand Defence Force: <https://medium.com/@nzdefenceforce/innovation-results-in-big-aviation-fuel-savings-for-nzdf-1da4cd02e4b1>
- IATA. (Junho de 2018). *Fuel Fact Sheet*. Retirado em 29 de 09 de 2018, de www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/fact-sheet-fuel.pdf
- Lepchenske, E. (06 de 03 de 2012). *AMC's Mission Index Flying initiative makes Air Force more efficient*. (C. N. Samson, Entrevistador) Official United States Air Force Website. Retirado em novembro de 2018, de <https://www.amc.af.mil/News/Article-Display/Article/145085/amcs-mission-index-flying-initiative-makes-air-force-more-efficient/>
- Lockheed Martin. (2013). *Flight Manual Performance Data - SMP777*. Marietta, Georgia, USA: Lockheed Martin Aeronautics Company.



- Lopes, J. A. (2016). *Intervenção na abertura Solene do Ano Letivo do Instituto Universitário Militar - IUM*. Lisboa: Gabinete do Ministro da Defesa Nacional. Retirado em outubro de 2018, de <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=54830735-3571-4034-912a-9e6874a1313f>
- Lopes, T. D. (2016). *A Utilização do Poder Aéreo Nacional no Apoio à Resolução de Crises e Combate às Ameaças Transnacionais*. Retirado em novembro de 2018, de <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/17380>
- Milharadas, M. A. (2013). *O Consumo de Combustível na Força Aérea*. Lisboa: Instituto Universitário Militar. Retirado em novembro de 2018, de <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/12330>
- Ministério da Defesa Nacional. (2017). *Nota Explicativa OE 2017*. Lisboa: Defesa Nacional. Retirado em janeiro de 2019, de <http://app.parlamento.pt/webutils/docs/doc.pdf?path=6148523063446f764c324679>
- Mirtich, M. J. (2011). *Cost Index Flying*. Graduate Research Paper. Ohio: USAF. Retirado em outubro de 2018, de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a548102.pdf>
- NEP/INV - 001. (2018a). *Trabalhos de Investigação*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- NEP/INV - 003. (2018b). *Estrutura e Regras de Citação e Referenciação de Trabalhos Escritos a Realizar no DEPG e CISD*. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Roberson, B. (2007). *Fuel Conservation Strategies: Cost Index Explained*. Retirado em dezembro de 2018, de https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_02_10/pdfs/AERO_FuelConsSeries.pdf
- Santos, L. A. B., & Fachada, C. P. A. (2017). *Regras e Normas de Autor no CIDIUM: Transversais e Específicas das Várias Linhas Editoriais*. IUM Atualidade, 7. Lisboa: Instituto Universitário Militar.
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. M. V. (Coords.). (2016). *Orientações Metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. Cadernos do IESM, 8. Lisboa: Instituto Superior Militar.
- Schmitigal, J., & Tebbe, J. (2011). *JP-8 and other Military Fuels*. Warren, Michigan: TARDEC. Retirado em janeiro de 2019, de <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a554221.pdf>
- Secção de Uniformização e Avaliação Esquadra 501. (2005). *Nota Técnica nº 01/05 - Escolha do Nível Cruzeiro*. Montijo, Portugal: Autor.



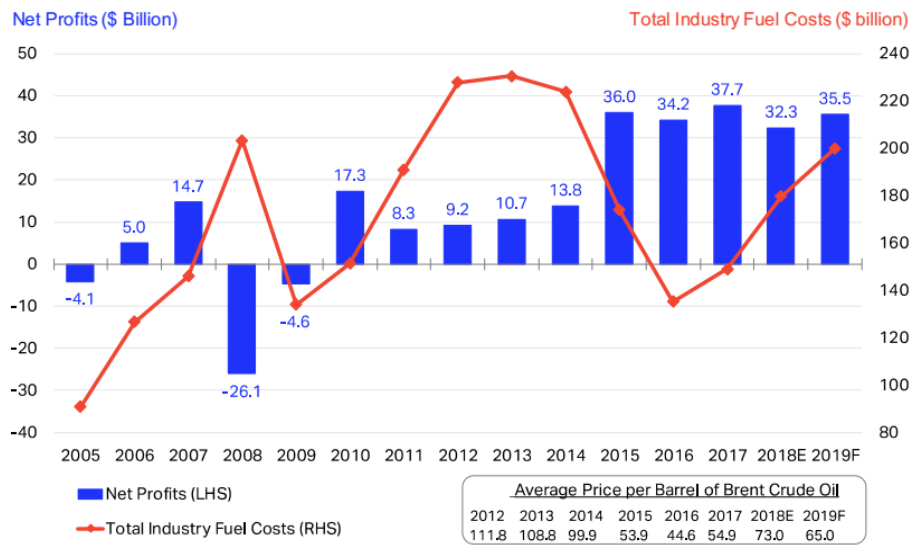
Anexo A — *Fuel Fact Sheet, IATA (2018)*



Fuel Fact Sheet

- The global airline industry's fuel bill is estimated to total \$180 billion in 2018 (accounting for around 23.5% of operating expenses at \$73.0/barrel Brent).
- This is an increase of 20.5% over 2017 and is almost double the \$91 billion fuel bill for 2005, which accounted for 22% of operating expenses at \$54.5/bbl Brent.
- In 2019 the fuel bill is forecast to be \$200 billion, accounting for around 24.2% of operating expenses at \$65 per barrel Brent.
- Industry net profits of \$35.5 billion are forecast for 2019, following an estimated profit of \$32.3 billion in 2018.

Industry Fuel Costs and Net Profit



Source: IATA
 Updated: 12/2018 Next Update: 06/2019



Anexo B — *Step Climb*

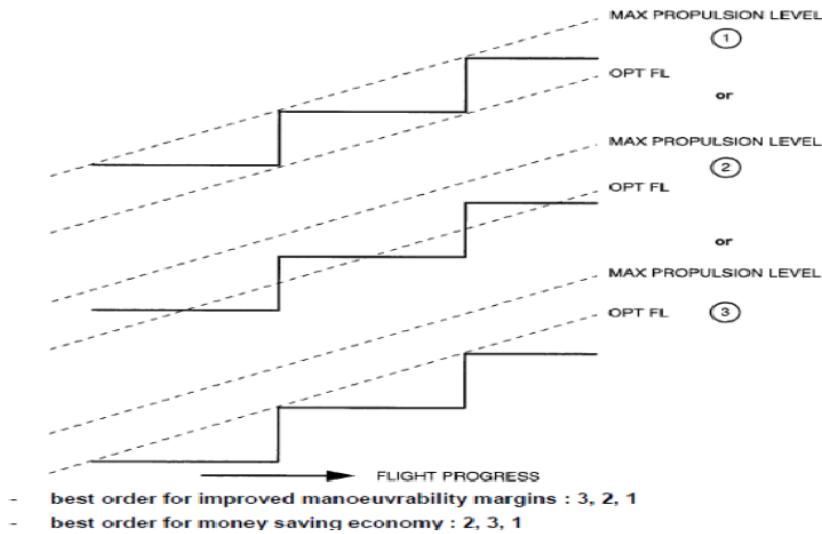


Figura 3 – Perfis de subida utilizado a técnica *Step Climb*

Fonte: Mirtich (2011, p. 16).

ALTITUDE (FT)	LBS/NM.	LBS/NM % CHANGE	CRUISE FUEL \$ COST/AC/YR *	INCREASED \$ COST/AC/YR
OPT + 2000	36.18	2.002	2,452,000	48,100
OPT (35,000)	35.47	0	2,403,900	—
OPT-2000	35.72	0.705	2,420,800	16,900
OPT-4000	36.94	+ 4.144	2,503,500	99,600
OPT-6000	38.54	+ 8.655	2,611,900	108,000

* Comparison based on fixed distance of 1,135,200 NM resulting from 0.82 M (473 TAS) at 35,000' for 2,400 hrs. per A/C per yr. Actual cruise time will vary with TAS for 0.82 M at off optimum altitudes.

Figura 4 – Análise de Custos com os diferentes perfis de *Step Climb*

Fonte: Mirtich (2011, p. 17).

Nota: Neste exemplo ilustra-se que usar programas que nos permitam calcular o nível de voo ótimo reduzirá os custos. Este estudo em que o investigador se baseou é de 1978, logo este “valor de dólar” dos dias atuais seria bastante superior (Mirtich, 2011, p. 17).

De salientar que nivelar acima do nível ótimo acarretará mais custos do que nivelar abaixo do mesmo até ter velocidade para subir, como se pode deduzir da análise às figuras 5 e 6.



Apêndice A — Corpo de Conceitos

Cost Index – O conceito CI é atingir o mínimo custo de voo através da relação de troca entre os custos de operação por hora com o combustível consumido. Na sua essência, o CI é usado para ter em consideração a relação entre os custos de tempo com os de combustível (Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus, 1998, p. 5).

Transporte Aéreo Geral – as missões que se encontrem apenas sobre as seguintes tipologias de acordo com a Directiva 7/2007 (Missão, Numeração e Distintivos das Unidades Aéreas): *Strategic Air Lift* (SAL), *Very Important Person Lift* (VIPLF), *Aeromedical Evacuation* (AIREV) e *Air Logistic Support Operations* (ALSO) (EMFA, 2007).

Regime de Esforço – “Regime de Esforço são as Horas de Voo (HV) atribuídas anualmente a cada Esquadra/UAO para que os seus pilotos/tripulações cumpram com as missões atribuídas” (Lopes T. D., 2016, p. 38).

Gestão de Operação – Será considera gestão de operação as ações de todos os intervenientes nos processos de planeamento, organização, direção e controlo com influência na plataforma C-130H, aos níveis de alocação de verbas (EMFA), integração da plataforma no cumprimento dos objetivos determinados superiormente (CA), manutenção da condição de aeronavegabilidade (DMSA) e operação (ESQ501).

**Apêndice B — Tabelas de CI para vários perfis de voo de acordo com a variação do preço de combustível.****Tabela 4 – Cálculo do CI para diferentes perfis de voo**

CI	KTAS	Combustível consumido na missão (lb)	Preço do Combustível (cent/lb)	Custo Combustível (€)	Tempo de Voo (hh:mm)	Custo de Voo (€/HV)	Custo de Tempo (€)	Custo Total (€)
80	300	16086	31,64	5089,6104	3H10m	2540	8051,8	13141,41
	290	15759	31,64	4986,1476	3H15m	2540	8255	13241,148
	280	15480	31,64	4897,872	3H20m	2540	8458,2	13356,072
	270	15427	31,64	4881,1028	3H26m	2540	8712,2	13593,303
	260	15419	31,64	4878,5716	3H33m	2540	9017	13895,572
40	300	16086	63	10134,18	3H10m	2540	8051,8	18185,98
	290	15759	63	9928,17	3H15m	2540	8255	18183,17
	280	15480	63	9752,4	3H20m	2540	8458,2	18210,6
	270	15427	63	9719,01	3H26m	2540	8712,2	18431,21
	260	15419	63	9713,97	3H33m	2540	9017	18730,97
35	300	16086	73	11742,78	3H10m	2540	8051,8	19794,58
	290	15759	73	11504,07	3H15m	2540	8255	19759,07
	280	15480	73	11300,4	3H20m	2540	8458,2	19758,6
	270	15427	73	11261,71	3H26m	2540	8712,2	19973,91
	260	15419	73	11255,87	3H33m	2540	9017	20272,87
5	300	16086	480	77212,8	3H10m	2540	8051,8	85264,6
	290	15759	480	75643,2	3H15m	2540	8255	83898,2
	280	15480	480	74304	3H20m	2540	8458,2	82762,2
	270	15427	480	74049,6	3H26m	2540	8712,2	82761,8
	260	15419	480	74011,2	3H33m	2540	9017	83028,2

Fonte: Adaptado a partir de Mirtich (2011, p. 25) A. Gama (*op. cit.*).

Nota: para atingir valores de CI 5, apenas com a variação de preço de combustível, forçou-se o preço para 480 cent/lb. Este exemplo serve apenas para demonstrar o funcionamento do CI, em que com um valor elevado do preço do combustível, compensaria voar mais devagar (270 KTAS), consumindo mais tempo (11 minutos) do que a opção mais rápida.



Apêndice C — Quantidade de horas ainda disponíveis nas aeronaves C-130H que entraram em Inspeção de 3º Escalão em 2017

Tabela 5 - Horas de voo disponíveis à entrada de Inspeção de 3º Escalão em 2017

N.º Cauda	N.º de horas ainda disponíveis
16801	126
16805	1028
Total:	1154

Fonte: DMSA (F. Pedro, *op. cit.*)



Apêndice D — Custo de Tempo reduzido através da manipulação do número total de horas voadas em 2017

Tabela 6 - CI 47: Custo de tempo reduzido

CI	KTAS	Combustível consumido na missão (lb)	Preço do combustível (cent/lb)	Custo Combustível (€)	Tempo de Voo (hr)	Custo de Voo (€/HV)	Custo de Tempo (€)	Custo Total (€)
47	300	16086	31,64	5089,6104	3,17	1483	4701,11	9790,7204
	290	15759	31,64	4986,1476	3,25	1483	4819,75	9805,8976
	280	15480	31,64	4897,872	3,33	1483	4938,39	9836,262
	270	15427	31,64	4881,1028	3,43	1483	5086,69	9967,7928
	260	15419	31,64	4878,5716	3,55	1483	5264,65	10143,222

Fonte: Adaptado a partir de Mirtich (2011, p. 25) A. Gama (*op. cit.*).

Observação: No caso de terem sido voadas as 1154 horas que as aeronaves 16801 e 16805²² ainda tinham disponíveis, à ida para inspeção de 3º escalão, o total de horas voadas seria de 2772,75. Nesse caso dividindo os custos de 4.111.616,19€ pelas 2772,75 horas obter-se-ia um custo de hora de voo de 1483€/hv, assumindo, com objetivo académico, que os custos de manutenções por desgaste e avarias seriam desprezados.

Mantendo o preço do combustível ao praticado em 2017 (31,64 cent/lb) a equação do CI seria:

$$CI = \frac{1483 \text{ €/hv}}{31,64 \text{ cent/lb}} = 46,87 \approx 47$$

Equação 5 - Cálculo do CI para o SA C130 da FAP (CI 47)

Fonte: Adaptado de Flight Operations Support & Line Assistance, Airbus (1998, p. 7).

Mesmo com este CI continuaria a ser financeiramente mais rentável voar a 300 KTAS (Tabela 7).

²² Apêndice C – Quantidade de horas ainda disponíveis nas aeronaves C-130H que entraram em Inspeção de 3º Escalão em 2017



Apêndice E — Custo da missão FL220 vs FL250

De forma a comparar os custos da mesma missão a FL220 ou a FL250 foi elaborada a Tabela 7 concluindo-se que os custos com combustível seriam menores, caso fosse eleito subir para FL250, no entanto a subida acarretará um aumento do tempo de voo, que não seria compensado em termos de custo global da missão.

Tabela 7 - Custo da missão a FL250 vs FL220 (CI 80)

FL	KTAS	Combustível consumido na missão (lb)	Preço do Combustível (cent/lb)	Custo Combustível (€)	Tempo de Voo (hh:mm)	Custo de Voo (€/HV)	Custo de Tempo (€)	Custo Total (€)
220	300	16086	31,64	5089,6104	3H10m	2540	8051,8	13141,41
	290	15759	31,64	4986,1476	3H15m	2540	8255	13241,148
	280	15480	31,64	4897,872	3H20m	2540	8458,2	13356,072
	270	15427	31,64	4881,1028	3H26m	2540	8712,2	13593,303
	260	15419	31,64	4878,5716	3H33m	2540	9017	13895,572
250	300	15759	31,64	4986,1476	3H15m	2540	8255	13241,148
	290	15493	31,64	4901,9852	3H20m	2540	8458,2	13360,185
	280	15386	31,64	4868,1304	3H26m	2540	8712,2	13580,33
	270	15358	31,64	4859,2712	3H32m	2540	8966,2	13825,471
	260	15449	31,64	4888,0636	3H38m	2540	9220,2	14108,264

Fonte: Adaptado a partir de Mirtich (2011, p. 25) A. Gama (*op. cit.*).