

AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO MENTAL DO PILOTO MILITAR

Joaquim Manuel Ribeiro Alves

Provas destinadas à obtenção do grau de Mestre em Fatores Humanos em
Sistemas Tecnológicos de Transportes



INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E
CIÊNCIAS

Agosto de 2012

INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS

Unidade Científico-Pedagógica de Ciências e Tecnologias

Provas no âmbito do 2º Ciclo de Estudos em Fatores Humanos em Sistemas
Tecnológicos de Transportes

AVALIAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO MENTAL DO PILOTO MILITAR

Autor: **Joaquim Manuel Ribeiro Alves**

Orientador: **Professora Doutora Marta Sofia de Oliveira Pereira**

Agosto de 2012

Agradecimentos

Expressar palavras de gratidão significa escrever uma emoção sentida.

Expresso a minha sincera gratidão e reconhecimento a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste projeto.

À minha orientadora, Prof. Doutora Marta Pereira pelo incondicional apoio técnico e científico prestado, pela disponibilidade que sempre demonstrou, pela confiança e pelas palavras de coragem.

À Prof. Doutora Anabela Simões pela facilidade que me concedeu, ao permitir que me dedicasse exclusivamente ao projeto, no período de execução do mesmo.

À Força Aérea Portuguesa, particularmente nas pessoas que autorizaram a elaboração deste trabalho e aos que permitiram os contactos diretos com as entidades envolvidas.

À Tenente Coronel Diná, na pessoa de Comandante da Esquadra 502 e a todos os restantes “Elefantes”, sem exceção que demonstraram todo o seu profissionalismo, conhecimento, apoio e a disponibilidade total para que este projeto se desenvolvesse e se concretizasse. Sem a sua pronta motivação e colaboração seria de todo impossível.

A todos os camaradas de trabalho e amigos, pelo constante suporte de palavras de incentivo e demonstrações de amizade.

A todos os professores que propiciaram a necessária formação e aos colegas de mestrado que me ajudaram a alcançar este objetivo.

Em especial às minhas filhas, Mariana e Francisca, e à minha amiga e esposa, Ana. Todas as palavras são poucas para escrever esta intensa emoção sentida de agradecimento e de amor. Este trabalho é dedicado a vós.

Muito obrigado a todos.

Resumo

A presença de novas tecnologias nos atuais vetores aéreos, aliadas às capacidades acrescidas de operação dos sistemas e às necessidades de cumprir a missão, coloca enormes exigências no piloto militar. Essas exigências podem originar intensas cargas de trabalho mental e provocar alterações no desempenho do piloto. Com a intenção de contribuir para o aumento do conhecimento neste âmbito, objetivou-se neste estudo, avaliar o trabalho do piloto militar na execução das suas missões específicas, visando estabelecer relações entre a carga de trabalho mental e a sua função de comando. Para o cumprimento do objetivo, foi estudado um grupo de pilotos da Força Aérea Portuguesa, pela aplicação de metodologia de medição subjetiva de carga de trabalho mental, nomeadamente a técnica designada de NASA-TLX. Identificaram-se dois grupos distintos, piloto comandante e copiloto, tipologias de missão com características diferentes, associadas ao nível de complexidade. No final das missões foi aplicada a técnica subjetiva de medição da carga de trabalho mental. Os resultados revelaram que as missões consideradas menos complexas apresentaram níveis globais de carga de trabalho menores, não existindo variações significativas de níveis de carga de trabalho mental entre os pilotos comandantes e copilotos, e que os níveis apresentados se situaram dentro de valores médios. Verificou-se também que a exigência temporal foi a que mais contribuiu para a valoração do nível global de carga de trabalho mental dos pilotos, na execução das suas missões em contexto real.

Palavras-chave: Carga de trabalho mental; Piloto; Missão; Complexidade; NASA-TLX

Abstract

The presence of new technologies in the current aerial vectors, combined with the increased capabilities of operating systems and to fulfill the requirements of the mission, places enormous demands on the military pilot. Those demands can lead to intense mental workload and cause changes in pilot's performance. With the intention of contributing to increase knowledge in this context, the aim of this research was to evaluate the work of the military pilot in the execution of their specific missions, to establish relationships between mental workload and its command function. To fulfill the objective, was investigated a group of Portuguese Air Force pilots, by applying a methodology for evaluation of mental workload, specifically the subjective technique known as NASA-TLX. Were identified two distinct groups, commander pilot and copilot, mission types with different characteristics, associated with the level of complexity. At the end of the missions the technique for measuring mental workload were applied. The results showed that the missions considered less complex exhibited global levels of lower workload, with no significant variations in the levels of mental workload between commander pilots and copilots, and that the levels shown were within average values. It was also found that the temporal demand was the largest contributor to the valuation of the overall level of mental workload of pilots, in carrying out their missions in a real context.

Keywords: Mental workload; Pilot; Mission; Complexity; NASA-TLX

ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Índice de figuras.....	xvii
Índice de tabelas.....	xix
Índice de gráficos.....	xxi
Siglas e Abreviaturas.....	xxiii
INTRODUÇÃO.....	1
Âmbito.....	3
Relevância do estudo.....	3
Finalidade e objetivos.....	6
Objetivo geral.....	6
Objetivos específicos.....	6
PARTE I. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	7
Capítulo 1. Carga de trabalho mental.....	7
1.1 Introdução.....	7
1.2 Conceito de carga de trabalho.....	8
1.2.1 Carga de trabalho mental em função da capacidade.....	10
1.2.2 Carga de trabalho mental em função das exigências e dos recursos.....	11
1.2.2.1 Complexidade da tarefa.....	12
1.2.3 Carga de trabalho mental em função da carga experimentada.....	14
1.2.4 Carga de trabalho mental em função da exigência temporal.....	16
1.3 Modelos e variáveis de carga de trabalho mental.....	17
1.3.1 Modelo de Hart.....	20

1.3.2 Modelo de Gierke.....	21
1.3.3 Modelo de Castor <i>et al</i>	22
1.3.4 Modelo de Meshkati.....	24
1.3.5 Modelo de de Waard	30
1.4 Carga de trabalho mental e teoria dos recursos múltiplos.....	32
1.5 Carga de trabalho mental, consciência da situação e desempenho.....	38
1.6 Métodos de avaliação da carga de trabalho mental	45
1.6.1 Critérios de avaliação da carga de trabalho mental.....	46
1.6.2 Categorias dos métodos de medição da carga de trabalho mental.....	47
1.6.2.1 Medidas de avaliação subjetiva.	48
1.6.2.1.1 NASA-TLX (NASA <i>Task Load Index</i>).....	50
1.6.2.1.2 SWAT (<i>Subjective Workload Assessment Technique</i>)	51
1.6.2.1.3 MCH (<i>Modified Cooper Harper Scale</i>)	52
1.6.2.1.4 ZEIS.....	53
1.6.2.1.5 SWORD (<i>Subjective Workload Dominance Technique</i>).....	53
1.6.2.1.6 Escala de Bedford.....	54
1.6.2.2 Medidas de avaliação de desempenho.....	55
1.6.2.3 Medidas de avaliação psicofisiológicas	56
1.6.2.4 Medidas de avaliação analíticas.....	59
1.6.3 Vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação	60
Capítulo 2. O sistema, o piloto e o ambiente	63
2.1 Introdução.....	63
2.2 O sistema e as suas características	64
2.2.1 Generalidades.....	64
2.2.2 Características.....	66

2.2.3 Missão.....	67
2.2.3.1 Tipos de missão	67
2.3 O piloto	75
2.3.1 Definição da profissão.....	75
2.3.2 Fases de treino.....	76
2.3.3 Qualificações e funções.....	77
2.3.4 As tarefas versus as fases da missão	78
2.4 O ambiente.....	83
2.4.1 A atmosfera terrestre: constituição e zonas fisiológicas	84
2.4.2 Hipoxia.....	86
2.4.3 Doenças por descompressão.....	89
2.4.4 Ruído.. ..	90
2.4.5 Vibração.....	91
2.4.6 Humidade relativa.....	91
Capítulo 3. Questão de investigação e hipóteses.....	93
PARTE II.METODOLOGIA.....	97
Capítulo 1. Método de pesquisa.....	97
1.1 Introdução.....	97
1.2 Desenho de investigação.....	97
1.3 Procedimento pré-estudo.....	97
1.4 Caraterização da amostra.....	98
1.5 Desenvolvimento dos procedimentos do estudo.....	100
1.5.1 Instrumentos.....	101
1.5.1.1 Questionário demográfico.....	101
1.5.1.2 Questionário de complexidade da missão.....	102

1.5.1.3 Avaliação da carga de trabalho mental	103
1.6 Definição das variáveis.....	106
1.6.1 Variáveis independentes.....	106
1.6.2 Variáveis dependentes	107
PARTE III.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	109
Capítulo 1. Resultados.....	111
1.2 Complexidade da missão.....	111
1.2 Carga de trabalho mental.....	112
1.2.1 Dimensões da carga de trabalho mental.....	112
1.2.2 Dimensões da carga de trabalho mental relativas aos pilotos comandantes e copilotos.....	113
1.2.3 Dimensões da carga de trabalho mental e tipo de missão.....	113
1.2.3.1 Transporte aéreo geral.....	114
1.2.3.2 Evacuações aeromédicas.....	114
1.2.3.3 Vigilância marítima diurna.....	115
1.2.3.4 Busca e salvamento	116
1.2.3.5 Lançamento de paraquedistas.....	116
1.2.3.6 Lançamento de carga aérea.....	117
1.2.4 Dimensões da carga de trabalho mental relativas ao tipo de missão e função de comando.....	118
1.2.4.1 Piloto comandante.....	118
1.2.4.2 Copiloto.....	120
1.2.5 Índice médio ponderado da carga de trabalho dos pilotos comandantes e copilotos por tipo de missão.....	121
Capítulo 2. Discussão.....	125
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	133

1. Limitações do trabalho realizado.....	133
2. Perspetivas futuras	133
CONCLUSÃO.....	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
ANEXOS.....	157

Índice de figuras

Figura 1 – Relação entre as exigências da tarefa, os recursos disponíveis e o desempenho (Wickens & Hollands, 2000).....	12
Figura 2 – Variáveis que influenciam o desempenho humano e da carga de trabalho (Hart, 1986)	21
Figura 3 – Fatores que determinam o desempenho do piloto (Gierke, 1976).	22
Figura 4 – Modelo do meio ambiente do operador humano e a importância da abordagem multidimensional de avaliação da carga de trabalho (Castor <i>et al</i> , 2003)...	22
Figura 5 – Inter-relação das variáveis que influenciam a carga de trabalho mental, adaptado e baseado no modelo de Meshkati (1988) citado em Kruger, 2005	25
Figura 6 – Relação hipotética entre a exigência e o nível de desempenho, adaptado de de Waard (1996)	30
Figura 7 – Representação da carga de trabalho e do desempenho em seis regiões (de Waard,1996)	31
Figura 8 – Representação do modelo das quatro dimensões de recursos múltiplos, adaptado de Wickens (2002)	34
Figura 9 – Representação de dois tipos de recursos relativos a diferentes fases de processamento de informação, traduzido de Wickens (2002)	34
Figura 10 – Modelo de processamento de informação da consciência da situação (Wickens, 1995).	39
Figura 11 – Modelo estrutural representando o desempenho em função da carga de trabalho mental e as variáveis que os influenciam, adaptado de GARTOUR (2003) ...	42
Figura 12 – Modelo estrutural, adaptado de Svensson <i>et al.</i> (1999)	43
Figura 13 – Relação entre os conceitos de carga de trabalho mental, consciência da situação e desempenho operacional, traduzido de Nählinder <i>et al.</i> (2004).....	44
Figura 14 – Aeronave C-295M (foto: Força Aérea).	64
Figura 15 – Cabina da aeronave C-295M (foto: Força Aérea)	65
Figura 16 – Aeronave C-295M/PG02 (foto: Força Aérea)	66

Figura 17 – “Patch” da Esquadra 502 (Fonte: Força Aérea)	67
Figura 18 – Objetivo encontrado (foto: Força Aérea)	70
Figura 19 – Evacuação aeromédica (foto: Força Aérea)	72
Figura 20 – Saída de paraquedistas da aeronave (foto: Orlando Freire)	73
Figura 21 – Paraquedistas e um fisiologista de voo equipados com sistemas de oxigénio (foto: Orlando Freire).....	73
Figura 22 – Lançamento de carga aérea (foto: airbus military)	75
Figura 23 – Fases da missão	80
Figura 24 – Marcação na escala das exigências	105
Figura 25 – Ficha individual	106

Índice de tabelas

Tabela 1 – Categorização das medidas subjetivas, adaptado de Tsang e Vidulich (1994)	48
Tabela 2 – Medidas fisiológicas mais utilizadas, traduzida e adaptada de Meister (1985)	58
Tabela 3 – Vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação da carga de trabalho mental	59
Tabela 4 – Atmosfera standard internacional de acordo com a ICAO (International Civil Aviation Organization, 1964), adaptada de Gradwell (2006)	85
Tabela 5 – Tempo de consciência útil e altitude, traduzido e adaptado de Reinhart (1992)	88
Tabela 6 – Intensidade de som em relação ao conforto e comunicação, adaptado e traduzido de Eckenrode <i>and</i> Abbot (1950), citado em Boff e Lincoln, 1988	90
Tabela 7 – Caraterização da idade dos sujeitos da amostra	99
Tabela 8 – Caraterização da idade em função das qualificações	99
Tabela 9 – Caraterização da experiência dos pilotos	99
Tabela 10 – Comparação das exigências	104
Tabela 11 – Variáveis independentes	107
Tabela 12 – Variáveis dependentes	108
Tabela 13 – Tipo de missão, número de questionários e número de missões	111
Tabela 14 – Complexidade da missão.	111
Tabela 15 – Distribuição das qualificações em função da missão	112
Tabela 16 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental relativos aos pilotos comandantes	119
Tabela 17 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental relativos aos copilotos	120

Tabela 18 – Valores médios do índice médio ponderado da carga de trabalho em cada tipo de missão em relação ao piloto comandante e copiloto.....	122
Tabela 19 – Valores médios do índice médio ponderado da carga de trabalho mental de todas as missões em função dos dois pilotos	122
Tabela 20 – Valores médios do índice médio ponderado da carga de trabalho de todas as missões em relação aos dois pilotos e associados à complexidade da missão.....	123

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Distribuição das horas totais pelos pilotos comandantes	100
Gráfico 2 – Distribuição das horas totais pelos copilotos	100
Gráfico 3 – Distribuição das qualificações em função da missão.....	110
Gráfico 4 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental	112
Gráfico 5 – Diferenças entre os valores médios das dimensões da carga de trabalho em função dos pilotos comandantes e dos copilotos	113
Gráfico 6 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de transporte aéreo geral	114
Gráfico 7 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de evacuações aeromédicas	114
Gráfico 8 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de vigilância marítima diurna	115
Gráfico 9 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de busca e salvamento	116
Gráfico 10 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de lançamento de paraquedistas	116
Gráfico 11 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de lançamento de carga aérea	117

Siglas e Abreviaturas

CT – Coordenador Tático

CP – Copiloto

DCS – Decompression Sickness

DGAM - Direção Geral da Autoridade Marítima

DGPA - Direção Geral das Pescas e Aquicultura

ECPs - Evoked Cortical Potentials

ERO - Engines Running Onload or Offload

ERPs - Event Related Potentials

FAR - Federal Aviation Regulations

FITS - Full Integrated Tactical System

FMS - Flight Management System

FLIR – Forward Looking Infra Red

HAHO – High Altitude-High Opening

HALO - High Altitude-Low Opening

ICAO - International Civil Aviation Organization

IFR - Instrument Flight Rules

ILS – Instrument Landing System

IMC – Instrumental Meteorological Conditions

LAPES - Low Altitude Parachute Extraction System

LISREL - Analysis of Linear Structural Relationships

MCH - Modified Cooper Harper Scale

Medevac - medical evacuation

NASA-TLX - National Aeronautics Space and Administration-Task Load Index

NVG - Night Vision Goggles

OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte

PA – Piloto em Adaptação

PC – Piloto Comandante

PROCRU - Procedure Oriented Crew Model

RCC- Rescue Coordination Center

SAR - Search and Rescue

SLOC - Sea Lines of Communication

SRR - Search and Rescue Region

STANAGs - Standard Agreements

SWAT - Subjective Workload Assessment Technique

SWORD - Subjective Workload Dominance Technique

TAWL - Task Analysis/Workload

TLAP - Time-Line analysis and Prediction

USAF - United States Air Force

VIMAR - Vigilância marítima

VMC – Visual Meteorological Conditions

W/INDEX - Workload Index

ZEE - Zona Económica Exclusiva

ZEIS - Sequential Judgment Scale

INTRODUÇÃO

Pilotar uma aeronave é uma atividade complexa e exigente. Impõe um conjunto de competências altamente especializadas, disciplina e julgamento adequado, na presença de consideráveis incertezas e riscos, que envolve a rápida, mas prudente tomada de decisão baseada no conhecimento do seu próprio avião, do ambiente, da equipa e de si próprio (Kern, 1997).

Nas últimas décadas, o desenvolvimento e introdução de novas tecnologias nas aeronaves, quer civis, quer militares, colocaram enormes exigências aos pilotos, nomeadamente ao nível da tarefa e conseqüentemente na sua relação com a carga de trabalho mental. Inúmeras questões foram colocadas numa tentativa de responder às preocupações emergentes do aumento e diminuição da carga de trabalho mental e do seu impacto no desempenho do operador, nos mais diversos contextos de trabalho.

As pesquisas efetuadas no âmbito dos Fatores Humanos têm amplamente demonstrado que a carga de trabalho é um determinante importante, no entanto não é o único fator, como causa de erro humano (Kantowitz, 1983). Cargas de trabalho extremas aumentam a probabilidade de erro humano. Quando em excesso, os erros surgem pela incapacidade do operador processar elevados níveis de informação decorrentes das suas condições internas e externas. Quando em menor escala, o operador tende a ser complacente e não executar a tarefa adequadamente, conduzindo também ao erro.

“Balancear” ou “equilibrar” a carga de trabalho mental, parece-nos de primordial importância, face ao incremento de novos sistemas a bordo das aeronaves, que as tornam mais complexas e com elevados níveis informacionais. Os sistemas modernos exigem do piloto decisões inteligentes e de gestão atempada, frequentemente sob significativas pressões temporais (Hankins & Wilson, 1998). Os pilotos são efetivamente confrontados com uma carga de trabalho mental decorrente das tarefas associadas à gestão destes sistemas. Torna-se vital compreender quais as condições e em que condições ocorrem menores ou maiores níveis de carga de trabalho mental, de forma a auxiliar na compreensão das eventuais ações inadequadas do operador, num determinado contexto.

Pelas razões evocadas, o objetivo do presente trabalho é avaliar a carga de trabalho mental do piloto militar na execução das suas missões, quer sejam as classificadas de interesse público, quer as de natureza especificamente militar.

Este documento encontra-se organizado em três partes distintas. A primeira parte é dedicada ao enquadramento teórico onde são referidos aspetos relevantes relacionados com a carga de trabalho mental, as tarefas e as atividades dos pilotos de aeronaves. No primeiro capítulo aborda-se o conceito de carga de trabalho mental, os modelos que permitem a sua compreensão, os fatores que a influenciam e, os métodos que permitem a sua avaliação. O segundo capítulo é dedicado à caracterização das tarefas do piloto, a descrição das suas atividades e o ambiente em que se desenrolam para o cumprimento das missões que lhe estão incumbidas. Esta primeira parte culmina com as questões de investigação, elaboradas a partir da revisão teórica efetuada anteriormente e que se destina a enquadrar a componente prática do presente estudo.

A segunda apresenta a metodologia aplicada no desenvolvimento do estudo, nomeadamente a avaliação subjetiva da carga de trabalho mental, em que são referidos os aspetos mais importantes, como o método e a técnica utilizada, os recursos materiais e humanos, a definição das variáveis dependentes e independentes.

A terceira parte divide-se em dois capítulos: o primeiro referente aos resultados obtidos a partir do método desenvolvido ao longo do estudo; o segundo relativo à discussão dos resultados, em que se consideram os aspetos mais relevantes. É feita uma análise e interpretação dos resultados, apresentando-se justificações dos elementos obtidos, com base na informação relativa à revisão bibliográfica.

Na parte final do trabalho, para além da conclusão final, são mencionadas algumas considerações metodológicas relacionadas com limitações dos resultados obtidos, bem como perspectivas futuras de investigação.

1. Âmbito

Este trabalho de projeto foi desenvolvido no âmbito da área científica de ergonomia e área de intervenção de transportes, em que se pretende avaliar a carga de trabalho mental do piloto militar no contexto da Força Aérea Portuguesa. O estudo centra-se nos pilotos da aeronave designada de C-295M, recentemente adquirida pela Força Aérea Portuguesa e operada pela esquadra de voo 502, situada na Base Aérea nº6, na localidade do Montijo.

2. Relevância do estudo

Muito cedo o avião é utilizado para fins diversos. Muito cedo as Forças Aéreas passaram a dispor dos seus próprios meios aéreos, cujas características se diferenciam, de outros meios aéreos empregues para outras finalidades que não as de carácter essencialmente militar. Atualmente, neste contexto e face às solicitações impostas é exigido da tecnologia aeronáutica, sistemas cada vez mais manobráveis, com maior velocidade, superiores tecnologias e capacidades acrescidas de operacionalidade. Esta envolvente tecnologicamente avançada conduziu a uma preocupação adicional - a capacidade de operar estes sistemas, muito próximo das limitações cognitivas, físicas e fisiológicas do tripulante.

Com a aeronave surgiram os acidentes. Com os acidentes surgiram novos conceitos, desenvolveram-se outros, procuraram-se novas abordagens, na procura sistemática de respostas para os acidentes. Palavras como fatores humanos, consciência de situação (*situational awareness*), segurança de voo, cultura de segurança, prevenção de acidentes, gestão de risco, carga de trabalho, passaram a ser vulgares no contexto aeronáutico. A preocupação crescente na procura de elementos que possam ser indicadores e conseqüentemente limitadores de um potencial acidente aéreo tem merecido por parte dos investigadores, um esforço contínuo e devotado aos aspetos relacionados com a segurança de voo.

As estatísticas revelam que o meio de transporte aéreo permanece como sendo o meio de transporte mais seguro, relativamente aos outros meios. Quando comparado com outros meios de transporte, a aviação tem o melhor registo em termos de segurança (*Theoretical Knowledge Manual- Human Performance and Limitations*, 2002). Apesar de ao longo dos anos se ter verificado uma tendência para uma substancial diminuição

ou mesmo estabilização da taxa de acidentes envolvendo aeronaves, por cada acidente que ocorre, o seu impacto é enorme, quer ao nível nacional quer a nível internacional, pois está normalmente associado a um elevado número de vítimas fatais, para além dos custos materiais e ambientais existentes.

Os sistemas complexos atuais são constituídos por equipamentos que interagem não só com o sistema em si, como também com o piloto, pilotos ou conjunto de elementos que pertencem à equipa, vulgarmente designada de tripulação. Equipamentos de tecnologia recente, como a tecnologia “*Glass Cockpit*”, sistemas avisadores de proximidade de tráfego aéreo e de terreno, piloto automático, sistemas de visualização noturna (*NVG-Night Vision Goggle*), são exemplos, que transformaram a era analógica em digital e que direta ou indiretamente também modificaram a forma como o elemento humano teve que desenvolver estratégias de desempenho, em cenários constituídos de tarefas múltiplas. Tarefas que podem interferir negativamente no desempenho do piloto, negligenciando e colocando em segundo plano, a sua tarefa principal, que é pilotar e operar a aeronave de acordo com as regras de operação e controlo estabelecidos. Adicionalmente, a ligação entre o desempenho de tarefas múltiplas levanta questões relacionadas com o aumento da carga de trabalho mental. Muitas experiências demonstraram que a capacidade de atenção a diversas fontes informacionais em simultâneo, é restrita (Broadbent, 1971). A tarefa de pilotar uma aeronave envolve observação e reação a eventos que têm lugar dentro da cabine de voo e no ambiente externo à aeronave (Green *et al.*, 1993). O piloto, ou tripulação, que no limite, ou que exceda a sua capacidade de processamento de informação, poderá cometer erros.

As tarefas do piloto de aeronaves são caracterizadas por serem tarefas dinâmicas, complexas, multifacetadas, pois exigem dele, uma atualização constante de todo um processo informacional que o apoia, e que está em constante mutação, em simultâneo com as envolventes ambientais e operacionais, que se transformam a todo o momento e que tem consequências diretas nos níveis de carga de trabalho mental. As novas tecnologias aplicadas aos sistemas complexos do ambiente aeronáutico coloca novos desafios e novas realidades aos pilotos de aeronaves. Sendo o elemento humano a mais flexível, adaptável e valiosa parte do sistema, é também o mais vulnerável a influências que podem afetar adversamente o seu desempenho. Este desempenho, para além de

outros fatores como fontes distintas de *stress* associadas ao voo, é afetado pela carga de trabalho mental.

Face ao cenário tecnológico atual, face à multiplicidade de tarefas cada vez mais exigentes, face às maiores e diversificadas solicitações impostas aos pilotos, importa pois, compreender melhor a problemática da carga de trabalho mental dos pilotos em determinados cenários específicos. No âmbito da questão de investigação, torna-se pois, imperativo investigar qual o nível de carga de trabalho mental imposta aos pilotos durante o cumprimento das suas missões.

Justifica-se assim o interesse da investigação, em primeiro plano, por permitir um aumento do conhecimento relativamente à carga de trabalho mental do piloto militar português, decorrente da execução das suas tarefas, em função da especificidade das suas missões de natureza militar e civil. Em segundo lugar, pela significância que têm as missões atribuídas aos pilotos, no âmbito do contexto nacional e internacional, especificamente as evacuações aeromédicas, busca e salvamento e as de vigilância marítima. Respetivamente, pela necessidade imediata de ativação de um meio aéreo para movimentar doentes cuja situação clínica seja considerada grave, ou para fazer face a uma situação de catástrofe, com recurso ou não a assistência médica a bordo; a necessidade de em qualquer momento fazer deslocar uma aeronave para uma área tão extensa como é a região de busca e salvamento (*Search and Rescue Region - SRR*) sob a responsabilidade de Portugal, em qualquer hora do dia ou da noite, para efetuar a busca e salvamento de vidas humanas em risco, como resposta a uma solicitação decorrente de um acidente/incidente aéreo ou marítimo; a necessidade de efetuar a vigilância de rotas marítimas internacionais importantes que atravessam a Zona Económica Exclusiva (ZEE), para fiscalizar atos ilícitos de pesca, de imigração ilegal, combate à poluição e o combate ao tráfico de droga.

A execução destas missões proporciona um ambiente de maior segurança, não só para a indústria aeronáutica, como também para a marítima, turismo, lazer e comércio. No entanto, para a sua concretização e para o seu êxito, existe um conjunto de meios humanos e materiais que em conjunto interagem. Esta interação é substancialmente desenrolada em ambiente adverso, com inúmeros constrangimentos, que direta ou indiretamente condicionam a tarefa do piloto. Um dos constrangimentos emergentes da atividade do piloto, é o da carga de trabalho mental que influencia diretamente o desempenho das tarefas e, que pode ter, de uma maneira geral, um impacto na

ocorrência de erros, mais ou menos críticos. Porquê então avaliar a carga de trabalho mental? A principal razão prende-se com a necessidade de quantificação do custo mental para a realização da tarefa, de forma a prever o desempenho do sistema e do operador. Assim, e reforçando ainda a relevância do estudo, e pela escassez de investigação em Portugal relacionados com a carga de trabalho mental associado à aviação, pretende-se assim, contribuir para uma evolução da investigação neste campo específico.

3. Finalidade e objetivos

A finalidade da presente investigação foi a de estudar a carga de trabalho mental do piloto militar durante a realização das suas missões específicas. Pretendeu-se investigar os diferentes níveis de carga de trabalho mental resultante da atividade do piloto na execução das missões e verificar a sua existência.

Especificamente o objetivo geral e específicos propostos são os que se identificam a seguir:

3.1 Objetivo geral

Avaliar o trabalho do piloto militar durante a realização das suas missões, visando estabelecer possíveis relações entre a carga de trabalho mental e a sua função de comando e o tipo de missão.

3.2 Objetivos específicos

- Comprovar a existência de diferentes níveis de carga de trabalho mental dos pilotos na execução das suas missões específicas.
- Identificar e comparar os resultados dos níveis globais de carga de trabalho mental dos pilotos, consoante a tipologia da missão e a sua função de comando.
- Identificar qual das dimensões (exigências) mais contribui para a valoração do nível global de carga de trabalho mental dos pilotos, em função dos diferentes tipos de missão e da função de comando.

PARTE I. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Capítulo 1. Carga de trabalho mental

1.1 Introdução

Nos sistemas complexos, tais como as modernas aeronaves, os operadores têm que executar várias tarefas simultaneamente. Estas tarefas são consideradas funções básicas de carga de trabalho. De acordo com os FAR (*Federal Aviation Regulations – appendix D of part 25*), as funções básicas de carga de trabalho, são as seguintes: controlo da trajetória de voo, prevenção de colisão em voo, navegação, comunicações, operação e monitorização dos motores e sistemas da aeronave e, decisões de comando. Estas funções básicas, associadas a outras, contribuem para que o vetor aéreo voe em segurança. Mas para voar em segurança é fundamental que o operador ou operadores, e neste caso muito específico, o piloto ou os pilotos disponham de todos seus recursos cognitivos e os possam empregar na execução destas funções básicas. O termo carga de trabalho, é pois, um termo geralmente simples e conhecido pelos pilotos e de outros profissionais do meio aeronáutico, mas torna-se num fenómeno verdadeiramente complexo quando estudado profundamente (Orladay & Orladay, 1999).

A tripulação de uma aeronave constitui o fator essencial e que contribui decisivamente para o sucesso ou insucesso de uma determinada missão, quer seja civil ou militar. Entre outras coisas, os membros da tripulação precisam de ser capazes de executar tarefas que competem num ambiente significativamente dinâmico e ameaçador, e simultaneamente manter grandes níveis de atenção aos diferentes sistemas e às condições ambientais que os rodeiam (Wickens, 2002). A limitação natural dos recursos cognitivos e o vasto número de tarefas (muitas vezes paralelas) são razões mais do que suficientes para que os elevados níveis de carga de trabalho dos pilotos não possam sempre ser evitados. De acordo com o relatório anual do departamento alemão de investigação de acidentes com aeronaves (Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung, 2010), este facto continua a ser uma das principais causas de acidentes e incidentes graves de voo, em veículos aéreos tripulados e não tripulados.

Neste capítulo estão incluídas as diferentes abordagens relacionadas com o conceito de carga de trabalho mental e as variáveis que a influenciam, são apresentados alguns modelos e referem-se os métodos que permitem a sua avaliação. Em particular, e

decorrente da revisão da literatura são referenciados trabalhos no contexto da aviação e que serve de plataforma de suporte ao presente estudo e que apoiam as hipóteses formuladas.

1.2. Conceito de carga de trabalho mental

O conceito de carga de trabalho conduz para a interação entre um indivíduo e as exigências inerentes a um determinado meio específico. Este conceito tem merecido muita atenção no meio aeronáutico, uma vez que tem estado relacionado com o desempenho da aeronave e com questões de segurança (Moray, 1979). De acordo com a essência das tarefas e do tipo das respectivas exigências, ou seja, esforço físico ou esforço mental, assim se denominam respectivamente de carga física ou carga mental. Deste modo, a carga de trabalho não é mais do que o custo da actividade desenvolvida na realização de uma dada tarefa. A carga de trabalho mental foca-se em atividades que são primariamente mentais ou cognitivas na sua natureza, podendo envolver coordenação física, excluindo as atividades que resultem somente em fadiga muscular (Kruger, 2005).

A carga de trabalho é frequentemente descrita com alguns termos, tais como *tensão mental* (“...conceito de esforço mental...”) e como *tensão emocional* (“...o excesso de esforço mental resultando em ansiedade, evocando aspetos cognitivos da tarefa...”), (Cain, 2007).

O termo carga de trabalho abrange um amplo espectro da atividade humana. Neste contexto, ou noutra qualquer, a maior razão pela qual existe uma dificuldade em lidar com a carga de trabalho, seja de uma forma prática ou teórica, é que não existe uma definição única e comumente aceite (Meister, 1985). É um conceito que não está universalmente e claramente definido. Continuam a existir diversas descrições operacionais de carga de trabalho e discordantes entre si, de acordo com as fontes, mecanismos, consequências e avaliação.

Inúmeros conceitos e explicações surgem então, e referenciados pela literatura, como forma de explicar, concetualizar, integrar ou definir a carga de trabalho mental. Assim, dos conceitos que emergem da literatura, alguns identificam-se com o presente trabalho, pois contêm na sua essência elementos considerados importantes no contexto

aeronáutico e que servem de base ao desenvolvimento da investigação. Deste modo são referidos seguidamente alguns conceitos de relevância para este estudo.

A carga de trabalho é uma construção mental, uma variável latente, ou talvez uma “variável interveniente” (Gopher & Donchin, 1986), refletindo a interação das exigências mentais impostas aos operadores para a execução das suas tarefas. Resulta da agregação de determinadas exigências, sendo singularmente difícil de definir. É multidimensional e multifacetada.

“...a carga mental pode ser visualizada como as diferenças entre as capacidades de processamento de informação necessárias para o desempenho da tarefa, de forma a satisfazer as expectativas de desempenho e as capacidades disponíveis num dado momento.” (Gopher & Donchin, 1986).

“...seja o que é a carga de trabalho, ela é afetada pelas tarefas e pelos indivíduos, envolvendo a comparação entre a exigência e a capacidade para satisfazer essa exigência, e produz um efeito no ser humano e na totalidade do sistema.” (Meister, 1985).

A carga de trabalho é uma variável interveniente, similar à atenção, que modula ou indexa a sintonia entre as exigências do ambiente e a capacidade do operador. (Kantowitz, 1988). A carga de trabalho é maior quando a diferença entre as exigências e a capacidade disponível é menor. Para a avaliação da carga de trabalho é necessário saber algo sobre as exigências da tarefa que a influencia e também sobre a capacidade do operador (Kantowitz, 1988).

A carga de trabalho não é uma propriedade inerente a si própria, mas em vez de o ser, emerge da interação entre as exigências da tarefa, das circunstâncias sob as quais é executada, e das competências, comportamentos e perceções do operador (Hart & Staveland, 1988).

Hart (1982) define a carga de trabalho como uma experiência subjetiva causada por fatores externos e internos como a motivação, habilidade, expectativa, capacitação/treino, tempo disponível, *stress*, fadiga, entre outros, além do número, tipo e dificuldade das tarefas desempenhadas, o esforço despendido e o sucesso dos requisitos da tarefa.

A carga de trabalho é geralmente definida como o nível de capacidade de processamento que é despendido durante a realização de uma tarefa envolvendo a interação entre os recursos disponíveis e a exigência da tarefa (Young *et al.*, 2008).

Carga de trabalho pode também ser definida como os custos inerentes ao operador, e atendendo aos recursos disponíveis, para alcançar um determinado nível de desempenho na execução de uma tarefa particular constituída por várias exigências (Hart & Staveland, 1988).

Em síntese e atendendo aos conceitos descritos anteriormente, na perspectiva do autor são considerados importantes alguns elementos-chave que contribuem para o conceito considerado relevante e aplicado a este estudo. Assim destacam-se, as exigências da tarefa e a capacidade do operador em satisfazer essas exigências com base nos recursos disponíveis (sendo a carga de trabalho mental a interação entre as duas dimensões); a carga experimentada pelo operador (experiência subjetiva de dificuldade da tarefa e as estratégias encontradas para a superar); e o tempo disponível para realizar a tarefa.

Os aspetos relacionados com carga de trabalho tendem a reunir três amplas categorias: a quantidade de trabalho e de tarefas a executar; o tempo e, particularmente o tempo despendido na execução da tarefa; e na subjetiva experiência psicológica do operador (Lysaght *et al.*, 1989).

1.2.1 Carga de trabalho mental em função da capacidade

O conceito de capacidade/habilidades do operador é outro conceito importante pois influencia a carga de trabalho mental. De acordo com as idéias desenvolvidas por Wickens (1992), considera-se que a capacidade é o processo que envolve as habilidades desenvolvidas para realizar uma tarefa. De acordo com Kruger (2005) a capacidade é determinada pelas competências e pelo treino, mas também pode ser afetada por situações passíveis de alteração de ritmos circadianos (provocados por voos longos e alterações rápidas de fusos horários), fadiga, vibrações, ruído, forças de aceleração, hipoxia, etc. A capacidade de executar as tarefas, depende das exigências das tarefas, que por sua vez, depende do número de tarefas a executar, da quantidade de atenção dedicada às mesmas e do tempo disponível (Kruger, 2005).

Pode-se argumentar que quanto mais complexa a tarefa, mais mecanismos estão envolvidos e conseqüentemente mais capacidade é utilizada (Senders, 1979). Tem sido teorizado que enquanto a total capacidade não exceda o seu limite, esta pode ser dividida em qualquer momento em processos e atividades paralelas (Kruger, 2005). Segundo Kruger (2005) outra perspectiva, é que a capacidade necessária para uma

determinada atividade é expressa em termos do tempo dispendido nessa atividade, assumindo-se uma atividade mais complexa como a necessidade de dispende de mais tempo.

A capacidade disponível aumenta de acordo com a exigência da tarefa, como consequência do mecanismo fisiológico humano associado ao estado de ativação (*arousal*) pressupondo que a capacidade não se mantém constante. Fatores tais como, a “disposição para gastar a capacidade”, pode moderar a quantidade do esforço para o qual o operador está disposto a despende numa tarefa específica (Moray, 1979).

Parasuraman e Hancock (2001) propõem que devem ser considerados os fatores mediadores, ao invés de assumir que a carga de trabalho mental é um construto interveniente, que reflete a relação entre as exigências ambientais impostas ao operador e os recursos (capacidades) dos operadores para satisfazer essas exigências. Do exposto, e relacionado com o conceito de capacidade, considera-se o operador como um “agente adaptável”, pois a carga de trabalho mental é mediada pelas respostas específicas à mesma, bem como pelas diferentes características pessoais, níveis distintos de competências e de estratégias de gestão de tarefas.

1.2.2 Carga de trabalho mental em função das exigências e dos recursos

A exigência da tarefa é definida como o conhecimento, as competências e o esforço necessário para o desempenho das tarefas com sucesso (Wood, 1986). As tarefas são especificadas em termos das suas propriedades estruturais; um conjunto de estímulos e respostas estão especificados com um conjunto de regras que mapeiam as respostas aos estímulos (Gopher & Donchin, 1986). A exigência é estabelecida pela meta que é atingida por meio da execução da tarefa. A meta pode ser determinada de acordo com a conceção da tarefa ou representação subjetiva da mesma, em termos de rigor ou rapidez para o seu cumprimento.

A carga de trabalho mental pode ser definida em termos da relação entre os recursos disponíveis e a exigência da tarefa. Tem sido argumentado que a carga de trabalho do operador está diretamente relacionada com as tarefas desempenhadas e em que medida o operador utiliza os recursos limitados (Wickens, 1992).

A figura 1, adaptada de Wickens e Hollands (2000) mostra a relação entre as exigências da tarefa, os recursos disponíveis e o desempenho. Os recursos disponíveis estão representados no eixo vertical em conjunto com o desempenho. Os recursos exigidos

pela tarefa situam-se no eixo horizontal. Se um desempenho efetivo de uma tarefa exige mais recursos do operador, do que aqueles que estão disponíveis, o desempenho diminui, como é mostrado no lado direito da figura. Se, no entanto, os recursos disponíveis excedem a exigência, como se pode verificar no lado esquerdo da figura, então este excesso de recursos expressam a quantidade da capacidade de reserva. Assim, e de acordo com o modelo, as alterações dos níveis de carga de trabalho resultam ou, das flutuações da capacidade do operador ou de mudanças resultantes das exigências da tarefa.

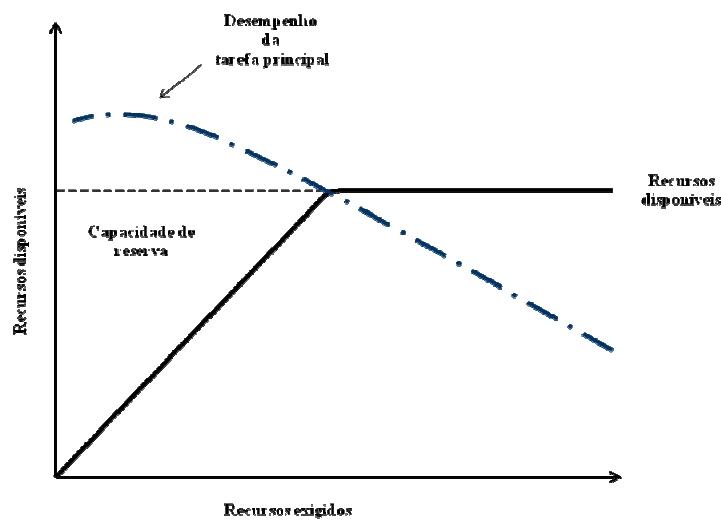


Figura 1 – Relação entre as exigências da tarefa, os recursos disponíveis e o desempenho (Wickens & Hollands, 2000)

1.2.2.1 Complexidade da tarefa

Ao referir a tarefa e a exigência da tarefa, e pelas suas intrínsecas interligações, forçosamente emerge outro conceito, que é o de complexidade. Uma tarefa pode ser mais ou menos complexa. Inerente a uma ou outra tarefa, o nível ou grau de complexidade aumenta com o número de fases de processamento cognitivo necessárias para a execução da mesma.

Para exemplificar que a exigência mental está associada a tarefas complexas, descreve-se um estudo efetuado e desenvolvido num simulador de voo de um helicóptero designado de UH-60 *Black Hawk* e que consistiu em duas fases: na primeira foram aplicadas 5 medidas empíricas, das quais uma delas foi o NASA-TLX, tendo sido os dados obtidos pelas sete tripulações do estudo (cada uma constituída pelo piloto

comandante e o copiloto), durante e após cada voo. Na segunda fase do estudo foi aplicada uma técnica analítica. Neste estudo (Lavecchia *et al.*, 1989; citado por Christ *et al.*, 1993) foi demonstrado o seguinte: em cada uma das fases, a dimensão exigência mental (com o valor de 115) foi a que mais contribuiu para a valoração da carga mental avaliada; as avaliações empíricas demonstraram ser sensíveis às variações de desempenho do sistema e nos níveis esperados de carga de trabalho imposto pelo sistema, pela missão e pelas condições operacionais; a média de carga de trabalho mental reportada pelos pilotos foi menor nas missões diurnas (nível de complexidade mais baixo) do que nas missões noturnas com NVGs (nível de complexidade mais alto), respetivamente de 70% e de 86%; a carga de trabalho dos pilotos comandantes foi significativamente maior (98%), do que a dos copilotos (58%).

Outro exemplo retirado da literatura refere-se a um estudo realizado em simulador de voo, por Bortolussi *et al.* (1989) em que foram incluídas duas medidas de desempenho (tarefa primária e secundária) e um método subjetivo. Pretendeu-se avaliar a carga de trabalho dos pilotos em dois cenários diferentes (menor nível de complexidade e maior nível de complexidade). No estudo participaram 12 pilotos com uma média de 1.399 horas de voo. Cada um dos pilotos voou os dois cenários em condições IFR (*Instrument Flight Rules*) representando uma aproximação e aterragem. Em cada voo foram adicionadas 21 tarefas secundárias para criar diferentes níveis de carga de trabalho. Os resultados demonstraram existir diferenças estatisticamente significativas na variação da carga de trabalho com a tarefa secundária, entre as 21 tarefas e entre os dois cenários com dificuldades diferentes. Resultados idênticos foram obtidos através da avaliação subjetiva, entre o cenário de menor complexidade e o cenário de maior complexidade.

De acordo com Sanders em 1983, (citado por Larson *et al.*, 1988) poder-se-ia considerar duas grandes correntes no estudo da complexidade da tarefa: a dos recursos de energia e a do modelo das estruturas cognitivas. O modelo dos recursos de energia está intimamente ligado entre as exigências da tarefa e os recursos disponíveis para a realizar. Assenta na ideia de que o desempenho do indivíduo vai diminuir como consequência do esgotamento da reserva de recursos disponíveis. Neste modelo, e partindo do pressuposto que a área disponível para o processamento necessário à realização da tarefa, de acordo com Larson *et al.* (1988), é a da memória de trabalho ou a curto prazo, tem uma capacidade limitada, o indivíduo falha ao realizar a tarefa quando a complexidade desta é superior à sua capacidade. Em termos gerais, o excesso

de recursos ou capacidades relativamente às solicitações constitui um fator de subcarga de trabalho mental.

No modelo das estruturas cognitivas mencionado por Larson *et al.* (1988) e assente nos trabalhos de S. Sternberg (1969), R. Sternberg (1980), e de Carrol (1976), estão envolvidos os conceitos de etapas de processamento, componentes e operações cognitivas elementares. Assim, a complexidade da tarefa estaria hipoteticamente relacionada com a quantidade de operações cognitivas requeridas para a sua execução (Larson *et al.*, 1988). Segundo o mesmo autor e partindo de uma abordagem estrutural, a questão não se coloca somente na quantidade de operações cognitivas mas também no tipo de operações cognitivas requeridas.

O conceito de complexidade da tarefa não é o mesmo de dificuldade da tarefa. A diferença entre a complexidade e a dificuldade foi proposta por Kantovitz em 1987 (como citado em De Waard, 1996) uma vez que o primeiro é uma reflexão da tarefa de forma isolada e o segundo é desenvolvido a partir da interação da tarefa e do indivíduo.

1.2.3 Carga de trabalho mental em função da carga experimentada

A carga de trabalho consiste em algo mais do que as exigências impostas ao operador. Ao invés, pode ser relacionada com a experiência subjetiva de carga experimentada pelo operador. Não é exclusivamente atribuída a uma causa externa. O conceito relacionado com a carga de trabalho experimentada pelo operador centra-se mais na definição relacionada com a pessoa, do que ligada com a própria tarefa. Kruger (2005) argumenta que as capacidades do operador, a sua motivação, as estratégias para fazer face à tarefa e o estado de humor têm um efeito na carga de trabalho experimentada. Meister (1985) também descreve a carga de trabalho em termos de experiência interna sentida em relação ao nível de dificuldade e de complexidade, do reconhecimento pessoal de que efetivamente sentiu uma carga e das estratégias que desenvolve e aplica na gestão da carga de trabalho.

Depreende-se que uma das características da tarefa que tem influência na carga sentida pelo operador é o conceito subjetivo de dificuldade da tarefa. de Waard (1996) relata que a dificuldade de uma tarefa também é outro fator que influi na carga de trabalho. As tarefas variam em termos de dificuldade, ou por outras palavras, em termos de probabilidade que os indivíduos têm de serem capazes de as concretizar de uma forma

correta. Que as tarefas variem no seu nível de dificuldade, torna-se óbvio: é mais difícil pilotar um avião, do que conduzir um carro; é mais difícil voar dentro de nuvens, do que com boas referências visuais externas. É também claramente assumido que a mesma tarefa, pode resultar em mais dificuldade para alguns indivíduos, do que para outros. A avaliação da carga de trabalho não é mais do que uma avaliação direta das classes de dificuldades que os indivíduos se sentem confrontados quando executam uma tarefa atribuída. Além disso, a dificuldade ou a facilidade com que o mesmo indivíduo executa a tarefa, em diferentes ocasiões, também pode mudar. A avaliação da dificuldade da tarefa é na sua essência uma tarefa bastante difícil. Não só os indivíduos são bastante diferentes nos fatores que determinam a dificuldade da tarefa (por exemplo, treino, destreza), como o nível de carga de trabalho experimentado pelo indivíduo pode variar ao longo do tempo, devido a fatores relacionados com fadiga ou saúde, mesmo como resposta a exigências e tarefas constantes (Damos, 1984). O mesmo indivíduo poderá avaliar a sua carga de trabalho de forma diferente e como resposta a exigências de tarefas idênticas, em dias diferentes.

O ser humano é surpreendentemente adaptável na compensação do aumento da carga de trabalho (Eysenck, 1982). Os indivíduos frequentemente fazem face ao aumento da dificuldade da tarefa, aumentando o dispêndio de esforço físico e mental, para que o desempenho permaneça estável apesar do elevado aumento da dificuldade. Uma das razões está relacionada com o facto de que, a partir de um bom processo de aprendizagem e uma vez desenvolvidas as competências necessárias, apenas muito poucas tarefas necessitam normalmente de 100% de esforço e atenção disponíveis, para as executar (Svensson *et al.*, 1993). O que significa que existem reservas disponíveis sempre que é necessário a sua utilização. Nesta abordagem, permanecem parcialmente “escondidas” as diferenças individuais dos pilotos, a não ser que seja necessário aplicar as reservas disponíveis face à dificuldade e conseqüente complexidade das tarefas numa determinada missão. Quando as missões se tornam mais difíceis e os pilotos fazem “o seu melhor”, o desempenho é muito mais variável (Svensson *et al.*, 1993).

Importa assim definir um outro conceito, vulgarmente conhecido e aplicado no meio militar, como é o conceito de missão. De acordo com as definições existentes numa das publicações da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) denominada de *Nato Glossary of Terms and Definitions*, AAAP-6 (2010), a definição de missão apresenta duas formas. A primeira, como “uma instrução clara e concisa da tarefa do

comando e do seu propósito”; a segunda, como “uma ou mais aeronaves ordenadas para cumprir uma tarefa particular”.

O termo missão é ainda entendido e utilizado, de um modo geral, no meio aeronáutico militar com o significado de “um voo completo”, “saída”, ou ainda, “uma parte não específica do voo”. O último termo refere-se normalmente a uma parte principal do voo, durante a qual, o objetivo ou a tarefa primária é realizada (por exemplo, o lançamento de carga aérea, numa determinada altitude e local previamente estabelecidos).

Como se pode observar pelas definições, estão relacionadas com a tarefa a executar, que por sua vez está associada a dificuldade e complexidade. Deste modo, poder-se-á inferir que a dificuldade e complexidade da missão se associam à dificuldade e complexidade da tarefa, ou das tarefas, constituintes da missão. Uma missão mais difícil e conseqüentemente mais complexa pressupõem tarefas mais difíceis e mais complexas.

O conceito de dificuldade da tarefa está relacionado diretamente com o esforço do processamento requerido para a conclusão da tarefa, por exemplo, a quantidade de recursos disponíveis e utilizados pelo operador. Encontra-se pois, ligada à quantidade de fontes alocadas pelo operador na realização de uma tarefa, dependendo ainda, da estratégia de alocação dessas fontes, da situação em que ela decorre (do contexto), do estado (condição física e mental, das emoções, da disposição/ânimo) e da capacidade do operador.

Do que foi descrito assume-se que a carga de trabalho não é simplesmente a capacidade de resposta às exigências da tarefa mas também envolve a experiência subjetiva de carga de trabalho experimentada pelo operador.

1.2.4 Carga de trabalho mental em função da exigência temporal

Meister (1971) define a carga de trabalho em relação ao tempo e afirma que existe uma correlação entre a capacidade limitada e competição. Isto ocorre porque as tarefas têm que ser cumpridas num determinado espaço de tempo e o operador humano apenas dispõe de um determinado tempo disponível para uma tarefa em particular Meister (1971). Reid e Nygren (1988) definem a carga de trabalho como sendo um conceito multidimensional que consiste em três fatores: carga temporal, carga de esforço mental e uma carga de *stress* psicológico.

Em termos de aviação e especificamente no domínio militar a “pressão temporal” é um dos fatores sempre presente em qualquer tipo de missão. As características da missão e da aeronave pressupõem uma relação muito próxima com a exigência temporal. As exigências do tempo disponível têm influência na percepção subjetiva de carga de trabalho mental do piloto. A pressão do tempo é o tempo disponível para compreender, decidir e tomar uma ação. Para o piloto, um aumento da pressão temporal significa menos tempo para analisar, para um enviesamento das soluções alternativas antes de tomar uma decisão, e para avaliar as consequências dessas decisões a médio e a longo prazo (Grau, 2001). A pressão do tempo é um fator que aumenta a carga de trabalho e o nível de *stress* do piloto (Grau, 2001).

1.3. Modelos e variáveis da carga de trabalho mental

Para que se possa entender melhor o processo do constructo multifacetado e multidimensional, como facilmente se depreende das abordagens expostas anteriormente, que é o da carga de trabalho mental, parece-nos de vital importância referir algumas dimensões que se interrelacionam e que contribuem decisivamente para a variabilidade nos níveis de carga de trabalho mental.

Segundo de Ward (1996) o nível de carga de trabalho pode ser influenciado, por vários fatores, quer sejam físicos, quer mentais, como: o nível de dificuldade da tarefa (em relação à carga mental), o esforço necessário para a realização de uma tarefa específica, fatores organizacionais (horário de trabalho, turnos, número de pausas, folgas, etc.), fatores ambientais (iluminação, ruído, vibração, temperatura ambiente, etc.), fatores psicossociais (ansiedade, stress, frustração, relações pessoais, etc.).

Em geral, os termos usados, apresentam muitas vezes entendimentos difíceis e com significados diferentes, pelo que torna ainda mais problemático uma rápida compreensão do conceito, que já de si é, complexo. Segundo de Waard (1996), os conceitos que são considerados básicos no estudo da carga de trabalho mental, são: a exigência da tarefa, dificuldade, esforço, capacidade e fontes. Segundo o mesmo autor, a terminologia utilizada em pesquisas relacionadas com a carga de trabalho mental tem a sua origem nas teorias das ciências cognitivas e fisiológicas.

Miller e Hart (1984) identificaram nove dimensões que merecem ser analisadas em detalhe no estudo da carga de trabalho: dificuldade da tarefa, pressão temporal, desempenho individual, esforço mental, esforço físico, frustração, *stress*, fadiga e tipo

de atividade. Cada uma destas dimensões afeta a capacidade de processamento de informação do operador.

Hart e Staveland (1988), ao definirem a carga de trabalho e ao relacionarem-na com as exigências da tarefa, categorizaram nas da seguinte forma:

- Exigência mental: a quantidade de atividade mental e de percepção necessária para a execução das tarefas. Inclui as atividades como, pensar, decidir, calcular, lembrar, olhar, procurar, etc. Estas atividades podem ser determinadas, questionando ao operador se a tarefa foi fácil ou difícil, simples ou complexa, precisa ou imprecisa.
- Exigência física: quanto de atividade física as tarefas exigiram, como por exemplo, empurrar, puxar, rodar, controlar, ativar. Determina-se a exigência física, questionando se a tarefa foi fácil ou difícil, lenta ou rápida, frouxa ou árdua, descansada ou trabalhosa.
- Exigência temporal: esta exigência descreve o nível de pressão temporal imposto na consecução da tarefa, tendo em atenção a sua duração e o seu ritmo (lento ou rápido).
- Nível de esforço: está relacionada com o nível de esforço (mental e físico) que foi necessário para atingir o seu nível de desempenho.
- Desempenho: esta exigência relaciona-se com o nível de sucesso percebido pelo operador consequente do cumprimento dos objetivos das tarefas e também em relação ao nível de satisfação do seu desempenho, face ao cumprimento desses objetivos.
- Nível de frustração: relaciona-se com a percepção individual relativamente ao nível de segurança, de *stress*, de irritação, contentamento, tranquilidade, experimentado na execução da tarefa.

Segundo Hart e Staveland (1988), estas seis dimensões são essenciais na estimativa de avaliação global da carga de trabalho mental de um ou mais operadores, enquanto executam uma tarefa ou após a realização da mesma. As seis sub escalas referidas constituem um dos diversos instrumentos de avaliação subjetiva da carga de trabalho

mental designado de *NASA Task Load Index (NASA-TLX)*, desenvolvido por Hart e Staveland (1988), e que é empregue no presente estudo.

Num estudo conduzido por Lee e Liu (2003) e em ambiente de simulador de voo do Boing 747-400, foram avaliados os níveis de carga de trabalho mental em 10 pilotos, através de medidas de frequência cardíaca e de medidas subjetivas (NASA-TLX). Os resultados demonstraram diferenças significativas entre as quatro fases de voo analisadas, com maiores níveis globais de carga de trabalho respetivamente nas fases de aterragem (74.6 ± 10.1), descolagem (70.7 ± 9.4), aproximação (68.1 ± 8.7) em comparação com a fase de cruzeiro (52.6 ± 10.1). Os resultados do TLX indicaram que das seis dimensões avaliadas, a dimensão exigência mental foi a que mais contribuiu para a valoração total da carga de trabalho mental em termos globais das quatro fases de voo, com uma média de 3.8 e, que em termos parciais, ou seja, em cada uma das fases foi também a que mais contribuiu: descolagem (3.8), cruzeiro (3.2), aproximação (3.8) e aterragem (3.4).

Diversos fatores (como por exemplo, dificuldade e complexidade da tarefa, *stress* e esforço mental) foram consistentemente relacionados com a carga de trabalho em determinadas experiências e entre vários sujeitos. Outros fatores, como por exemplo, pressão temporal, fadiga, esforço físico e desempenho individual, foram intimamente relacionados sob algumas condições experimentais, e não, noutras condições (Hart & Staveland, 1988).

Um exemplo de relação entre a complexidade da missão e a carga de trabalho é evidente num estudo efetuado por Durbin *et al.* (2003), em simulador de voo envolvendo 8 pilotos e 39 missões. A medida de avaliação utilizada foi a Escala de Bedford, tendo sido aplicada após as missões. O cenário envolvia 4 tipos de missão diferentes com níveis diferentes de complexidade. Cada missão sucessiva aumentava de dificuldade de forma a provocar progressivamente uma maior carga de trabalho nos pilotos. As missões 1 e 2 com níveis moderados de carga de trabalho, as missões 3 e 4 com níveis mais altos de carga de trabalho. Dos resultados apresentados, de destacar as diferenças estatisticamente significativas de carga de trabalho mental entre as missões 1 e 2 (menos complexas) e as missões 3 e 4 (mais complexas). As missões 1 e 2 com uma média de carga de trabalho de 2.93 com um desvio padrão de 0.73 e as missões 3 e 4 com uma média de 4.36 com um desvio padrão de 1.01. Os pilotos reportaram que ao voar a aeronave e ao executarem várias tarefas em simultâneo geralmente tinham “ capacidade

de reserva suficiente para executarem tarefas adicionais em missões de intensidade moderada”, como as missões 1 e 2. Para as missões de grande intensidade (missões 3 e 4), os pilotos reportaram que geralmente não tinham “capacidade de reserva suficiente para facilmente estarem atentos a tarefas adicionais”.

Existem de facto inúmeras variáveis, que aparentemente possam não estar inter-relacionadas, mas que no conjunto possam formar uma percepção subjetiva de carga de trabalho. De seguida apresentam-se alguns modelos desenvolvidos e que tentam explicar e relacionar as diferentes variáveis e a sua influência na carga de trabalho mental.

1.3.1 Modelo de Hart

Assim, foi proposto por Hart (1986) um quadro conceptual onde se enumeram e se relacionam as fontes e os fatores que alteram a carga de trabalho, como se pode ver na figura 2, traduzida de Hart (1986).

De acordo com o modelo proposto, a carga de trabalho imposta ao operador resulta da situação envolvente. Significa que as exigências de uma tarefa são estabelecidas de acordo com os seus objetivos, duração e estrutura, bem como pelos recursos existentes, quer humanos, quer do sistema. As exigências resultantes de uma tarefa específica, ao ser desempenhada pelo operador, podem-se modificar por diversos fatores, como por exemplo, falhas do próprio sistema, erros cometidos pelo indivíduo, modificações das condições de visibilidade, etc. Estes fatores podem contribuir, isoladamente ou em conjunto, para variações ligeiras ou substanciais de fontes de carga de trabalho impostas pela tarefa, de um desempenho para outro.

O operador responde às exigências impostas pela tarefa, demonstrando um determinado comportamento, influenciado pela percepção do que espera fazer, bem como das estratégias adotadas, do esforço realizado e dos recursos do sistema despendidos, de forma a cumprir os objetivos da tarefa. O esforço mental e físico constituem parte integrante do esforço total requerido pelo operador ao executar a tarefa. O esforço físico é o mais fácil de ser observado e medido, apesar de a sua importância ter diminuído face aos atuais sistemas complexos. O esforço mental assume assim um maior enfoque face ao esforço físico, que apesar de difícil avaliação direta, serve como uma variável interveniente entre os estímulos e às respostas quantificáveis.

O desempenho do sistema representa o produto das ações, limitações, capacidades do operador e das características do próprio sistema. O mecanismo de *feedback* encontra-se permanentemente ativo, de forma a fornecer informações relativamente ao desempenho do operador, quanto ao sucesso ou insucesso da tarefa. Assim, ele pode adotar diferentes estratégias ou mesmo exercer diferentes níveis de esforço, de modo a compensar ou corrigir os seus próprios erros.

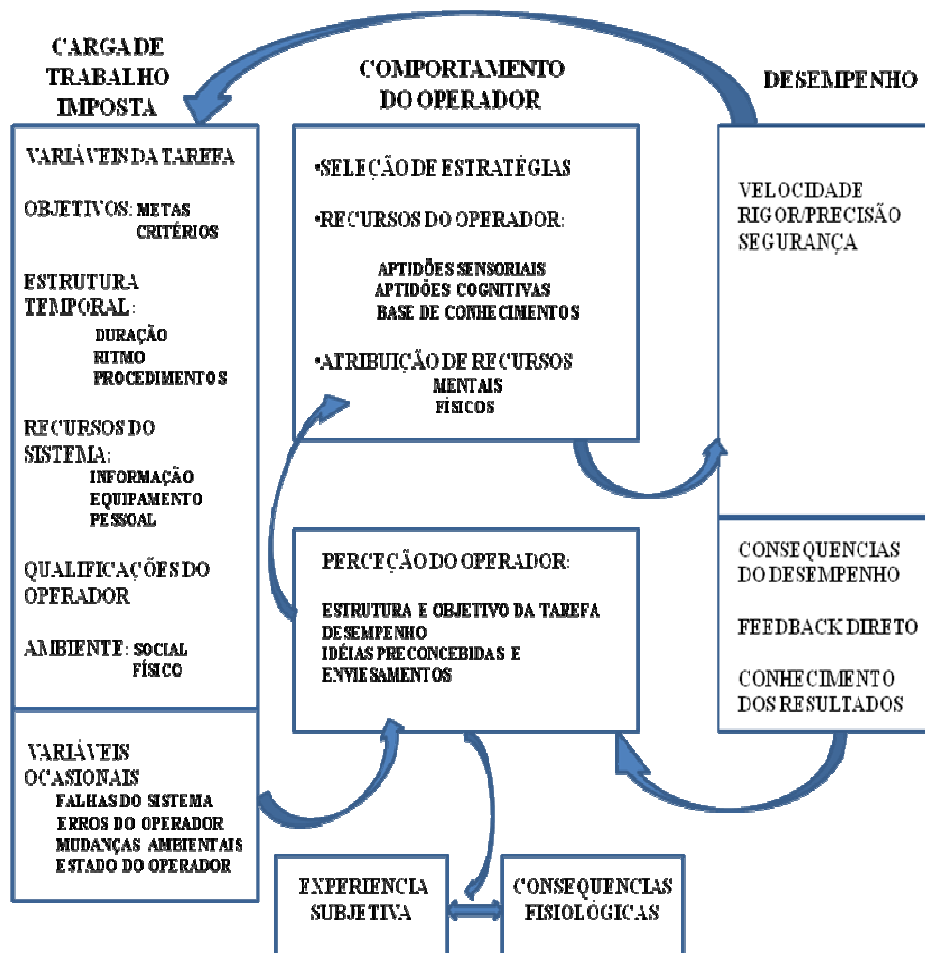


Figura 2- Variáveis que influenciam o desempenho humano e da carga de trabalho, (Hart, 1986)

A experiência subjetiva que o operador tem relativamente à carga de trabalho e as consequências fisiológicas resultantes são o reflexo do efeito de uma determinada tarefa desempenhada pelo operador. A sua experiência no entanto não resulta da simples combinação de todos os fatores relevantes, mas também resulta dos enviesamentos provocados pelas ideias preconcebidas.

1.3.2 Modelo de Gierke

Um dos modelos propostos por Gierke (1976) e ilustrado na figura 3, pressupõe que a carga de trabalho é frequentemente descrita de forma simplificada, ao estabelecer-se a relação do tempo de desempenho da tarefa exigido pelo binómio tripulação/equipamento e do tempo disponível para a sua execução. Os fatores humanos, bem como os fatores ambientais e operacionais determinam o seu potencial desempenho. A carga de trabalho objetiva que lhe é imposta e a contribuição da engenharia humana na atribuição das suas tarefas determinam em que medida esse potencial está otimizado e adequado ao sistema.

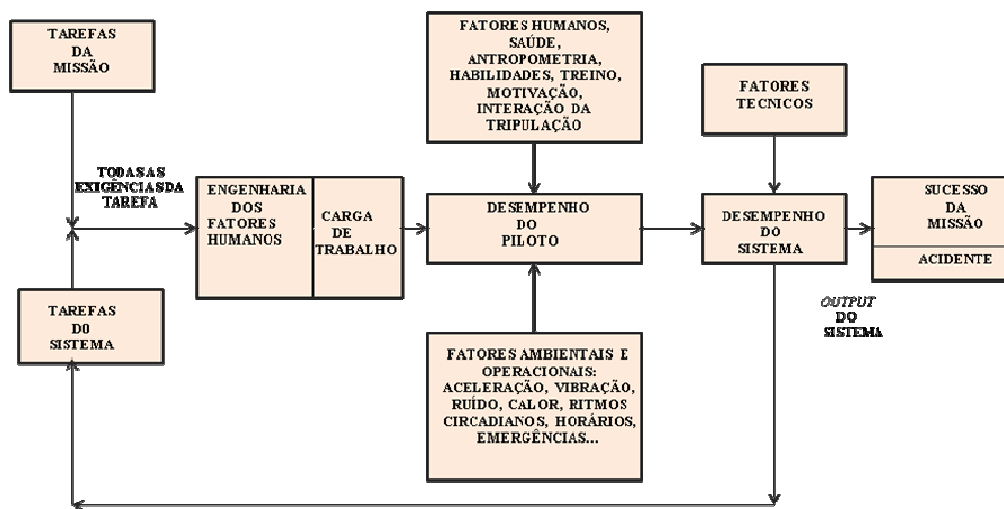


Figura 3- Fatores que determinam o desempenho do piloto (Gierke, 1976)

1.3.3 Modelo de Castor *et al.*

Castor et al (2003), formulou um modelo simplificado do meio ambiente em que o operador se insere, ilustrando a importância de uma abordagem multidimensional para avaliar a carga de trabalho, como se pode verificar na figura 4.

De acordo com o modelo estão identificados quatro componentes principais (círculos) da carga de trabalho: exigência da tarefa, processamento, desempenho e auto regulação. Todos os componentes descritos são difíceis de medir, sendo sugeridas “caixas” quantificáveis, dos componentes respetivos: estímulos, *input*, *output*, resposta e avaliação. Através do método de avaliação de matrizes, descrito em Castor *et al.* (2003), as medições de carga de trabalho podem estar diretamente ligadas a cada um dos retangulos representados no modelo.

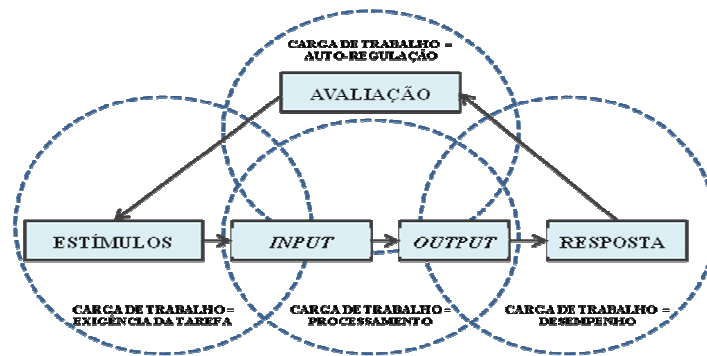


Figura 4- Modelo do meio ambiente do operador humano e a importância da abordagem multidimensional de avaliação da carga de trabalho (Castor *et al*, 2003)

O retângulo dos estímulos, representa a quantidade de estímulos externos que são percebidos pelo operador. Alguns exemplos de estímulos representativos, são os requisitos da missão, a operação da aeronave pelo piloto, o ambiente físico de trabalho (como, os instrumentos de voo e os controles de voo), ou as comunicações (com os outros membros da tripulação e com os controladores de tráfego aéreo).

O retângulo de *input*, refere-se à percepção sensorial dos estímulos externos relevantes. A quantidade e qualidade de fluxo de informação é influenciada pelas características e limitações dos sistemas sensoriais envolvidos em voo, como o visual, auditivo, vestibular e o cinestésico/tátil.

Quanto ao retângulo de *output*, envolve a percepção da informação pelo piloto, que a pode ignorar ou processar, de acordo com as prioridades das tarefas a executar. Uma deficiente percepção informacional irá influenciar a consciência da situação (*situational awareness*) do piloto, a antecipação a determinadas situações, a tomada de decisão, para citar apenas alguns exemplos. Estes processos podem ocorrer sem alterações imediatas de comportamento ou de resposta, estando por essa razão separado da “caixa” de resposta. Nesta dimensão estão também incluídas as alterações do estado mental e físico (por exemplo, fadiga e ansiedade) relacionado com a adoção de estratégias ou motivação.

A “caixa” da resposta, inclui os procedimentos e atitudes relacionados com a comunicação verbal (por exemplo, instruções, comandos) e os *inputs* manuais (por exemplo, manusear um seletor de um instrumento de voo, exercer ação nos comandos de voo para executar uma subida em altitude, introduzir novos dados relativos à rota de voo, etc).

Por último, no retângulo relativo à avaliação, são avaliados todos os efeitos respeitantes ao ciclo informacional dos retângulos anteriores. O resultado desta avaliação pode ou não resultar numa resposta comportamental. O processo de avaliação pode ser considerado de longo prazo (por exemplo, após vários ciclos de estímulos-entrada-saída-resposta). De referir que o treino e a experiência do piloto são os fatores que mais afetam esta dimensão.

O modelo descrito anteriormente, exemplifica como umas categorias abstratas podem ser transformadas em "caixas" mensuráveis tendo em consideração de que cada uma delas pode medir um aspeto diferente da carga de trabalho. As setas representadas no modelo indicam a forma como as "caixas" estão interligadas e o sentido do fluxo informacional. Poder-se-á afirmar que este modelo se assemelha a diversos modelos relacionados com o processamento de informação humano, como o modelo proposto por Wickens (1984). A principal diferença reside no facto de que o modelo apresenta aspetos comportamentais de auto regulação (Carver & Scheier, 1998), quando comparado aos modelos de processamento de informação. O ciclo de informação de retorno (*feedback*) na maioria dos modelos de processamento de informação é de um "estado de regulação" de curto prazo (ou de esforço compensatório). Neste modelo o ciclo de informação de retorno refere a possibilidade de "regulação direcionada para o objetivo" de longa duração. Assim, o progresso em direção ao estado final provoca a perceção de consecução parcial dos objetivos, indicando que é necessário menos esforço para cumprir as metas propostas. Por exemplo, um aluno piloto que esteja numa fase de qualificação numa aeronave específica, pode estabelecer o objetivo de aumentar os seus conhecimentos e consequentemente obter uma melhor classificação nos testes de avaliação. Este objetivo direciona o piloto para escolher as ações que se adequam ao objetivo, então a opção será a de estudar no fim de semana. Por sua vez a prossecução destas ações indica que o progresso está a ser feito e o objetivo está a ser parcialmente atingido. Os sentimentos e os estados de humor indicam o progresso relativamente ao objetivo delineado e do tamanho da discrepância entre o estado atual e a consecução do objetivo (Carver & Scheier, 1998).

1.3.4 Modelo de Meshkati

Um dos modelos encontrados na literatura, que por um lado engloba uma maior interrelação entre as variáveis que influenciam a carga de trabalho mental, e por outro, o

que articula no seu todo um maior número de definições de carga de trabalho mental, é o modelo proposto por Meshkati em 1988 (citado por Kruger, 2005), como se pode ver na figura 5.

O modelo de Meshkati consiste basicamente em duas áreas denominadas de Fatores de Causalidade (*Casual Factors*) e Fatores de Efeito (*Effect Factors*), cada uma delas com dois grupos de componentes primários:

- Fatores de Causalidade:
 - variáveis da tarefa e ambientais e
 - características do operador e variáveis moderadoras
- Fatores de Efeito:
 - variáveis de dificuldade, resposta e desempenho
 - medidas de carga de trabalho mental

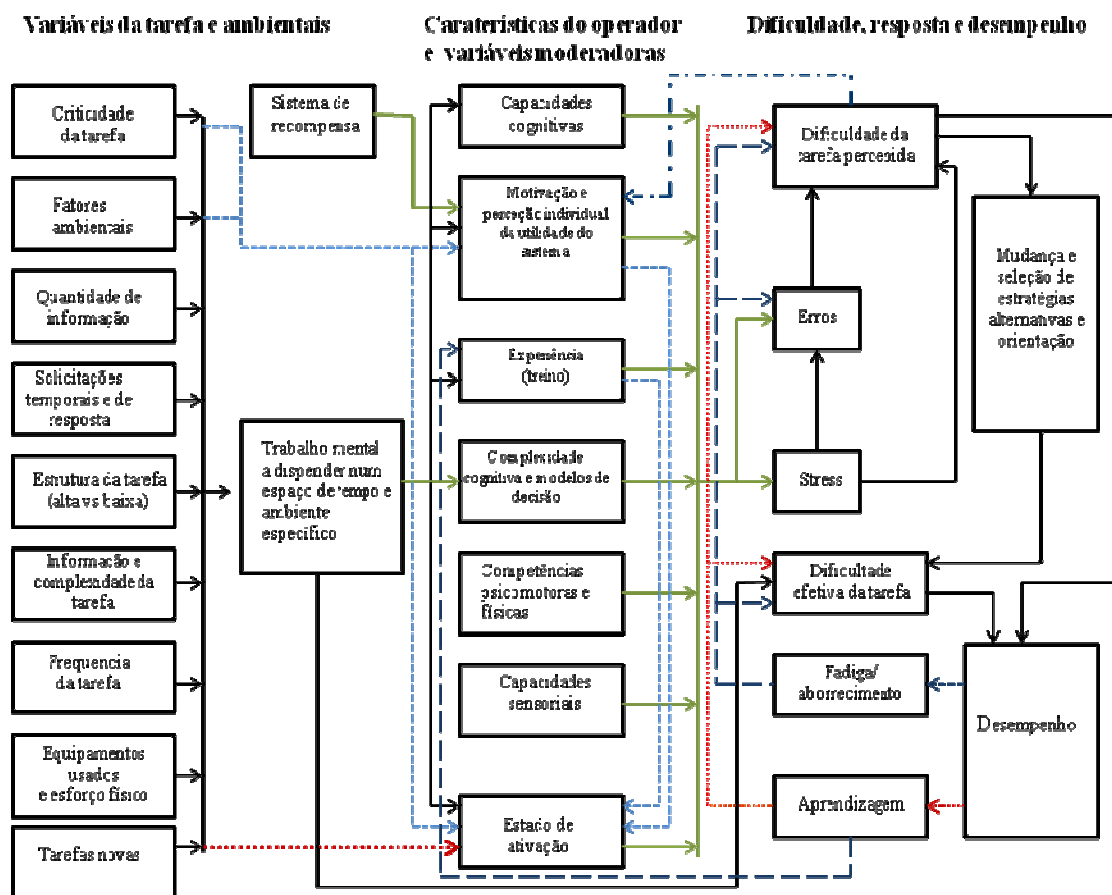


Figura 5- Inter-relação das variáveis que influenciam a carga de trabalho mental, adaptado e baseado no modelo de Meshkati (1988) citado em Kruger, 2005.

Em 1988, Meshkati (citado por Kruger, 2005), afirma que para se entender uma tarefa, é necessário perceber a criticidade da tarefa (*task criticality*), os fatores ambientais, a quantidade de informação, as solicitações temporais e de resposta, a estrutura da tarefa, a complexidade da tarefa, o equipamento e o esforço físico e, a “novidade da tarefa” (*task novelty*). Resumidamente se explicam alguns dos fatores mencionados no modelo de Meshkati (1988):

Criticidade da tarefa - Meshkati (1988) define a criticidade da tarefa em função do conteúdo e do impacto da execução ou não execução da tarefa em si. A criticidade é importante em termos do potencial impacto da execução ou não da tarefa, bem como do “sentir” desse facto por parte do operador.

Fatores ambientais - Segundo o modelo de Meshkati (1988) os fatores ambientais contribuem também para um determinado nível de carga de trabalho mental. Assume-se que a carga de trabalho mental aumenta em função da quantidade e da importância de condições desfavoráveis (Svensson *et al.*, 1993). Estas condições podem ser externas (por exemplo, forças de aceleração, temperaturas extremas) ou internas, como por exemplo, fadiga, inexperiência (Svensson *et al.*, 1993). Ambas as condições, internas e externas, diminuem a capacidade do piloto em processar a informação, tomar decisões e agir (Gawron *et al.*, 1989). Por consequência, a carga de trabalho mental do piloto é afetada por ambos os fatores: fisiológicos e psicológicos.

Relacionando ainda os fatores ambientais e a carga de trabalho, e com o objetivo de determinar a carga de trabalho de vários grupos de pilotos através da avaliação subjetiva dos níveis de *stress*, Goerres em 1977, identificou sete fatores provenientes do ambiente em que os pilotos operam, a que designou de *stressors* ambientais e que a seguir se indicam: temperatura do ar, humidade, ruído, vibrações e alterações de atitude da aeronave consequentes de turbulência, odores, forças de aceleração e flutuações de pressão atmosférica.

Quantidade de informação – O processamento de informação torna-se crítico na operação das aeronaves modernas, pois o piloto dispõe de notáveis capacidades sensoriais que lhe permitem processar a informação, no entanto são conhecidas as limitações na sua capacidade individual de processar essa mesma informação. Pelas limitações conhecidas, existe um problema emergente para o piloto, devido à grande

quantidade de informação disponibilizada pelos modernos aviões de tecnologia designada de “*glass cockpit*”. Segundo Orlady e Orlady (1999), dispõe de mais de 400 indicadores visuais e sonoros, cada um deles com informação relevante, mas que por vezes torna-se difícil identificar a informação específica de cada um desses 400 itens, pois a potencial combinação de informação permite uma proximidade de sobrecarga de trabalho, mesmo em tripulações experientes. A quantidade de informação a ser processada pelo piloto pode ser definida como o resultado direto das tarefas impostas pela missão bem como pelas tarefas resultantes de situações de emergência e pelo ambiente tático em que se desenrola a missão (Kruger, 2005).

Pode-se assumir que as tarefas dos pilotos são e estão estruturadas de forma a resultarem numa atividade previsível e em conformidade com as características e o normal desenrolar da missão. No entanto e quando existem situações anormais como por exemplo provenientes de emergências, incidentes ou alterações significativas de condições ambientais, em que o fator tempo e a rapidez de tomada de ação e de resolução do problema assumem um papel primordial, a informação a processar pode ser imprevisível, excessiva e complexa e conseqüentemente provocar uma sobrecarga de trabalho mental.

Johannsen e Rouse (1983) estudaram a carga de trabalho em nove pilotos profissionais em simulador de voo, consistindo em três padrões de situações de voo: normal, anormal e emergência. Os cenários de situações anormais e de emergência obrigam os pilotos a lidarem com eventos inesperados. Os resultados demonstraram que as situações de emergência estavam associadas a uma maior carga de trabalho mental, bem como a parte final do voo, ou seja, a fase de aterragem. Diferentes fases de voo apresentam diferentes níveis de carga de trabalho mental. Os componentes de um determinado cenário de voo estão intimamente relacionados com os níveis de trabalho e conseqüentemente com os níveis de carga de trabalho mental.

Solicitações temporais e de resposta – Segundo Kruger (2005), o tempo disponível para a execução da tarefa é um fator importante na determinação da carga de trabalho. Existe uma diferença entre as tarefas executadas em condições anormais de operação, como as emergências, e as tarefas a desempenhar em condições normais, ou de rotina. Durante emergências o tempo disponível é em função da quantidade de situações de emergências (ou de tarefas não consideradas normais ou de rotina) bem como da criticalidade da condição de emergência (Kruger, 2005).

Estrutura da tarefa (alta vs baixa) – De acordo com Cilliers (1992) a estrutura da tarefa pode ser descrita em função do *design* da interface entre homem/máquina que tem influência nos procedimentos normais e de emergência e o ambiente tático que desencadeia a resposta à tarefa. Segundo Kruger (2005), no ambiente aeronáutico a estrutura da tarefa é considerada como sendo alta, ou seja, que a mesma é desenvolvida na forma de procedimentos passo-a-passo. Por exemplo, efetuando uma análise cronológica de uma determinada tarefa sob o ponto de vista, digamos macro, para uma descrição micro, a atividade de acionar o atuador de *flaps* da asa do avião, pode ser decomposta no comando verbal de “colocar *flaps* em baixo”, reconhecimento do comando verbal, agarrar, acionar, segurar, verificar o movimento do atuador, e reportar verbalmente “*flaps* em baixo” (Gerathewohl *et al.*,1978).

Uma das características da tarefa do piloto é a “incerteza da tarefa” (*task uncertainty*). As tarefas podem ser esperadas ou previsíveis ou inesperadas e imprevisíveis no seu conteúdo (Sheridan & Simpson, 1979). Por exemplo as mensagens provenientes dos controladores de tráfego aéreo podem conter instruções inesperadas consequentes do tráfego aéreo ou de condições meteorológicas que podem impor ao piloto um determinado número de tarefas imediatas e inesperadas, tornando-as menos estruturadas pela sua “incerteza” e pela pressão temporal. Quando a certeza e a previsibilidade diminuem, a carga de trabalho aumenta (Kruger, 2005).

Equipamento e *design* – A cabina de voo (*cockpit*) é um local de trabalho. Este local de trabalho tem que operar num ambiente complexo e em constante mudança, dispondo de consolas, monitores, controlos e uma diversidade de equipamentos que seguindo um princípio básico, têm que ser operados de forma eficiente e segura. No entanto existem variações substanciais individuais relativamente aos operadores deste espaço de trabalho: no tamanho, nas limitações, no desempenho. Gerald Stone em 1989 (citado por Orlady & Orlady, 1999) dividiu, ao que designou de fatores ergonómicos de *design*, em dois grupos: comportamentais (por exemplo, dependentes do operador) e todos os outros que são dependentes do *design* e consequentemente dependentes do fabricante. O espectro dos fatores ergonómicos assume assim um papel preponderante pois pode ou não influenciar subjetivamente a perceção da carga de trabalho mental das tripulações.

“Novidade da tarefa” (*task novelty*) – Tem sido especulado que uma redução das novas tarefas a executar resultará na redução do nível de carga de trabalho experimentada

(Cilliers, 1992). A importância do treino de procedimentos em possíveis situações anormais ou de emergência e que requeiram execução de tarefas passo-a-passo, descritas cronologicamente numa lista de verificação (*checklist*), pode assumir um papel vital na redução da carga de trabalho mental. Assume-se que a repetição da execução de tarefas exigíveis para situações anormais é uma racional coerente e cuja aplicação poderá reduzir substancialmente a percepção do piloto da “novidade da tarefa” e consequentemente da redução da carga de trabalho mental.

Outros fatores – Outros fatores designados por Meshkati (1988) e que têm impacto na percepção da carga de trabalho são por exemplo, as capacidades cognitivas, a motivação, a experiência e o treino e, o estado de ativação.

Um destes fatores como, a experiência associada à função de comando a bordo da aeronave tem sido avaliado em vários estudos, como por exemplo o que foi desenvolvido a bordo de um avião C-141 da NASA (*National Aeronautics Space and Administration*). Hart e Hauser (1987) avaliaram a carga de trabalho do piloto comandante e copiloto, aplicando diferentes medidas de avaliação, verificando-se um aumento dos níveis de fadiga com o decorrer do tempo de voo, enquanto o esforço mental aumentava ou diminuía consoante as diversas fases de voo. As correlações entre o ritmo cardíaco, carga de trabalho e níveis de *stress*, demonstraram ser elevadas para os dois pilotos, mas com uma carga superior no piloto, em relação ao copiloto. A média da frequência cardíaca do piloto comandante (81 batimentos por minuto) foi maior relativamente ao copiloto (68 batimentos por minuto). A frequência cardíaca também sofreu alterações significativas entre diversas fases de voo, com aumento no piloto comandante na fase de aterragem, e um aumento para os dois (piloto comandante e copiloto) nas fases antes de voo e de descolagem, relativamente a outras fases.

Segundo Kantowitz e Casper (1988) a distribuição de responsabilidade em voo pode muito bem ser um dos fatores mais importantes na influência da carga de trabalho. Sem grande surpresa que a maioria dos estudos empíricos revelou maiores níveis globais de carga de trabalho mental nos pilotos comandantes do que nos copilotos ou navegadores (Roscoe, 1978).

Os elementos descritos estão contidos nos Fatores de Causalidade e pertencem ao conjunto das variáveis da tarefa e ambientais, mencionados pelo autor. Apesar do

modelo ser um pouco complexo, torna-se útil, uma vez que integra um vasto conjunto dos vários conceitos relacionados com a carga de trabalho mental.

Na adaptação que foi efetuada ao modelo descrito, não se encontram representadas as medidas de carga de trabalho mental pertencentes aos Fatores de Efeito (medidas fisiológicas, medidas subjetivas e medidas de desempenho), pois serão descritas posteriormente quando forem indicados quais os processos de avaliação da carga de trabalho mental.

1.3.5 Modelo de de Waard

Partindo da racional de que a carga de trabalho mental pode ser estabelecida pelo nível de dificuldade da tarefa e que reflete a maior ou menor quantidade de recursos disponíveis e alocados para essa tarefa, importa pois estabelecer uma relação entre a exigência da tarefa e o desempenho. Esta relação foi definida por Meister em 1976 (citado por de Waard, 1996) como se pode verificar na figura 6, adaptada de de Waard (1996).

De acordo com de Waard (1996) foram identificadas três regiões que definem a relação entre a exigência e o desempenho: a região A, a região B e a região C. A região A é descrita como uma exigência baixa e um nível de desempenho alto, logo um baixo nível de carga de trabalho mental; a região B apresenta uma diminuição do nível de desempenho face ao aumento da exigência, como consequência do aumento da carga de trabalho mental; por último na região C, se a exigência atingir um nível máximo, o desempenho diminui, consequente de uma elevada carga de trabalho mental.

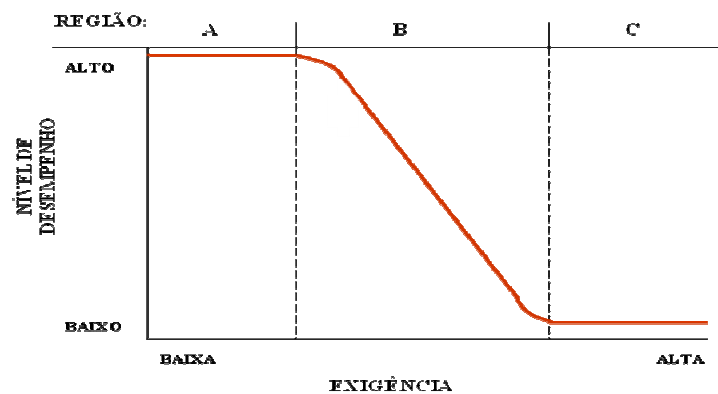


Figura 6 – Relação hipotética entre a exigência e o nível de desempenho, adaptado de de Waard, 1996

De acordo com o modelo proposto, na região A, o nível de desempenho permanece constante a um nível máximo, independentemente das variações da exigência, no entanto e a partir de um determinado ponto da exigência, são visíveis as consequências no desempenho. Na região C em que existem tarefas de exigência elevada, o desempenho permanece constante a um nível mínimo, independentemente também das variações da exigência.

O modelo proposto em de Waard (1996) e representado na figura 7, adaptada de de Waard (1996) apresenta uma nova região relativamente ao modelo anterior e que é designada de região D.

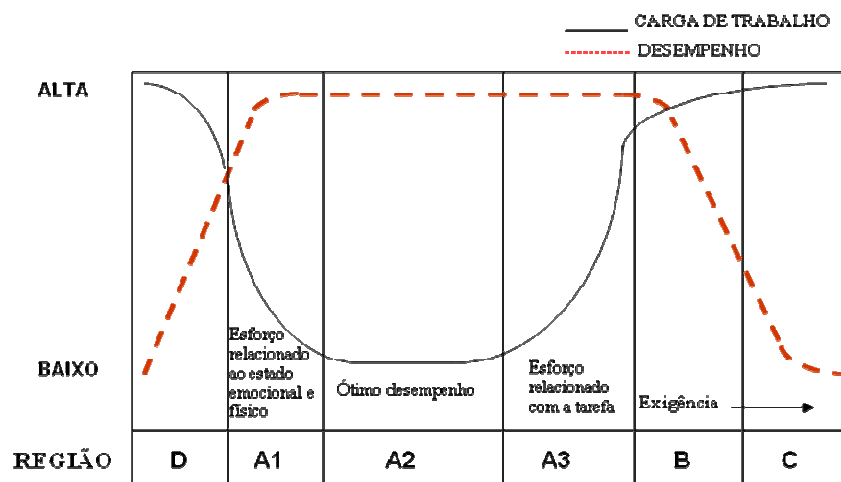


Figura 7 – Representação da carga de trabalho e do desempenho em seis regiões de Waard (1996)

O modelo exposto apresenta somente uma única dimensão de carga de trabalho mental e representa uma relação global entre a exigência, carga de trabalho e o desempenho. Para além da divisão em áreas distintas, o modelo apresenta os níveis de desempenho (linha contínua de cor preta) e os níveis de carga de trabalho mental (linha descontinua de cor vermelha). A região D anteriormente referida está situada na parte esquerda do modelo e representa tarefas que impõem exigências muito baixas, induzindo ao aumento da dificuldade da tarefa e ao aumento da carga de trabalho mental, como por exemplo as tarefas rotineiras. de Waard (1996), na tentativa de identificar “quanta carga de trabalho é considerada demasiada”, configurou um limite a partir do qual a carga de trabalho é considerada excessiva, sugerindo que esse ponto ou limite poderia estar na transição da região A para a região B. A região A foi dividida em três regiões denominadas A1, A2 e A3, pelo facto de que a sugestão inicial apenas indicava o decréscimo do desempenho,

enquanto o ponto limite poderia estar localizado um pouco antes mas dentro da zona A. Na região intermédia (A2) estão representadas as tarefas em que o operador pode lidar com elas muito facilmente sem um aumento de esforço, em que o desempenho está num nível elevado, mesmo que exista um aumento da exigência. A região A3 representa a situação em que o nível de exigência induz ao aumento do esforço necessário para fazer face ao aumento dessa exigência, no entanto o desempenho permanece estável. Existe assim uma compensação temporária pelo aumento do esforço. No entanto, se o operador necessitar de compensar o aumento da exigência, expondo-se a um longo período de esforço, ou se existirem picos de esforço elevado com alguma frequência, o resultado apontará para eventuais níveis elevados de *stress* com consequências negativas para o operador. Como foi sugerido por de Waard (1996), o limite deveria estar colocado na transição da região A2 para a região A3 de modo a mantê-lo relacionado com a carga de trabalho e não apenas com o decréscimo do desempenho.

Na região A1 estão representadas as tarefas monótonas, no entanto o desempenho ainda não é afetado como consequência do esforço adicional empreendido. Existe então uma carga de trabalho elevada devido ao aumento de esforço para que se mantenha um nível de desempenho também elevado. Na região B o desempenho é afetado mostrando uma diminuição progressiva. Na região C existe uma sobrecarga de trabalho mental, pois o desempenho encontra-se a um nível considerado mínimo.

1.4.Carga de trabalho mental e teoria dos recursos múltiplos

A evolução na teoria da carga de trabalho mental tem sido conduzida em grande parte através de trabalho experimental e de estudos de campo direcionados a partir do ponto de vista do processamento de informação humana. A teoria de processamento de informação representa a atividade cognitiva em termos de diagrama de fluxo informacional e inclui considerações de todos os processos estudados no âmbito da psicologia cognitiva, tais como a perceção, a atenção, a memória, a tomada de decisão e as respostas psicomotoras. Processar uma informação é atribuir um significado. Os modelos relacionados com o processamento de informação e, relativamente à análise da carga de trabalho mental, têm mostrado ser particularmente úteis devido ao facto que tendem a dar a ideia de que o eficaz desempenho da tarefa depende fundamentalmente da disponibilidade de recursos mentais internos necessários para a capacidade dos subsistemas processarem a informação (por exemplo, Kahneman, 1973; Navon &

Gopher, 1979). Quando os recursos mentais estão disponíveis prevê-se que os níveis cognitivos de carga de trabalho sejam aceitáveis para um desempenho da tarefa isenta de erros. Quando não existem recursos suficientes, no entanto, e por exemplo em situações em que as exigências da tarefa sejam elevadas, é expectável que o curso natural do processamento de informação tenderá a interromper bem como o desempenho da tarefa, com tendência para o erro (por exemplo, Reason, 1990).

Os problemas relacionados com a carga de trabalho mental experimentados pelos atuais e futuros pilotos de aviões de asa fixa ou de helicópteros constitui o principal fator limitativo na capacidade de processamento de informação e de desempenho da missão (GARTEUR, 2003).

O ambiente de trabalho do piloto centra-se pois num ambiente de múltiplas tarefas. Enquanto algumas tarefas são fáceis de executar em paralelo, outras competem por recursos (Wickens, 1984; 2002) e conseqüentemente, o piloto necessita de gerir os seus limitados recursos de forma a executar cada uma das tarefas com êxito. Simultaneamente comunicar com o controlador de tráfego, monitorizar os instrumentos de voo, controlar a trajetória de voo da aeronave, exige um conjunto de recursos necessários e específicos para que cada um deles possa estar dedicado a cada uma das atividades relacionadas e conseqüentemente a um processamento específico de informação, sendo por isso importante e na perspectiva do autor, referir um dos modelos que permite uma melhor compreensão das atividades desenvolvidas em ambiente de múltiplas tarefas e relacioná-lo com a carga de trabalho mental.

Em 1984, Wickens estabeleceu um modelo designado de teoria dos recursos múltiplos (*multiple-resource theory*) em que estabelece uma divisão dos recursos separadamente em termos de três dimensões dicotómicas de processamento de informação. Uma versão particular desta teoria, designado de modelo das quatro dimensões de recursos múltiplos proposto por Wickens (1980) e elaborado por Wickens e Hollands (2000) é apresentado de seguida, podendo ser visualizado na figura 8.

Os recursos afiguram-se de acordo com três fases do mecanismo de processamento de informação: o primeiro associado à perceção da informação, o segundo relacionado com a cognição, e o último ligado à resposta.

A primeira dimensão, a dimensão dos estádios de processamento indica que as tarefas de perceção e de cognição (por exemplo, ao nível da memória de trabalho) utilizam

diferentes recursos, dos subjacentes à seleção e execução de ações (Isreal *et al.*, 1980). Por outras palavras, os recursos utilizados nas atividades de percepção e cognição, parecem ser os mesmos e que estão funcionalmente separados dos recursos necessários para seleção e execução de respostas (Wickens, 2002), como pode ser verificado na figura 9.

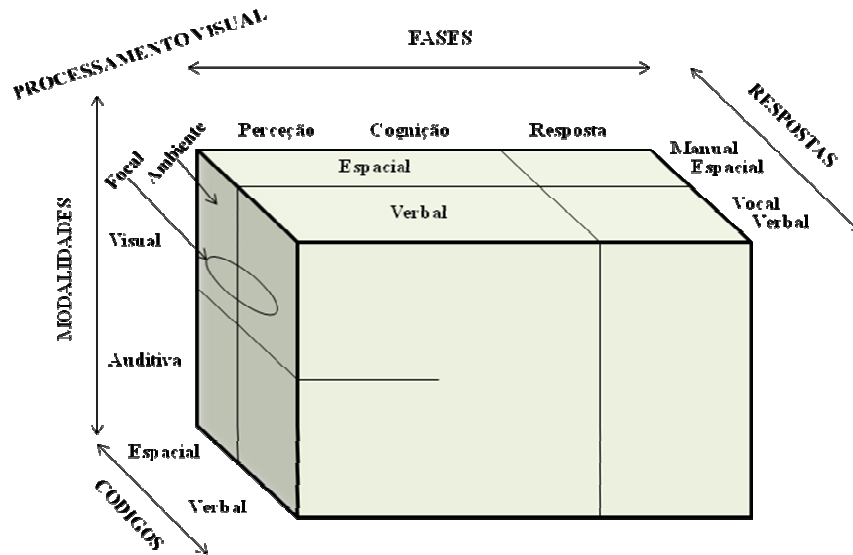


Figura 8 – Representação do modelo das quatro dimensões de recursos múltiplos (adaptado de Wickens, 2002)

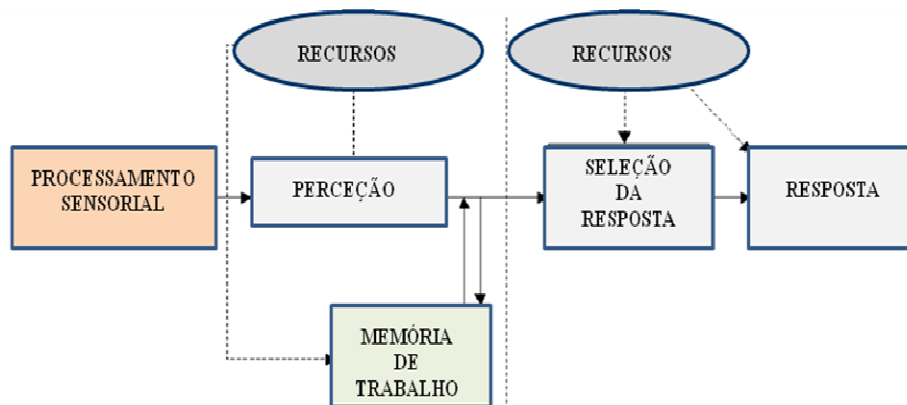


Figura 9 – Representação de dois tipos de recursos relativos a diferentes fases de processamento de informação (traduzido de Wickens, 2002)

Quando o nível de dificuldade de resposta à tarefa aumenta, não vai afetar a execução de uma tarefa simultânea cujas exigências sejam mais de origem perceptual ou cognitiva

na sua natureza, por outro lado e inversamente, quando os níveis de dificuldade das tarefas cognitivas/perceptuais aumentam, não vai afetar de forma significativa a execução de uma tarefa simultânea cujas exigências estejam primariamente relacionadas com a resposta. Exemplificando com um modelo operacional relativamente à separação de níveis de recursos, poder-se-ia prever que a exigência adicional do controlador de tráfego aéreo reconhecer verbalmente ou manualmente cada alteração no estado da aeronave (uma exigência de resposta), não iria interromper a sua capacidade de manter uma imagem mental do espaço aéreo (uma exigência perceptual-cognitiva), (Wickens, 2002).

A dimensão das modalidades (relacionada com a percepção e não com a cognição ou a resposta) indica que a percepção auditiva utiliza diferentes recursos, dos relacionados com a percepção visual (Wickens, 2002). Existem pois dois tipos de estímulos, o visual e o auditivo. Da literatura, torna-se evidente que, algumas vezes, a atenção dividida entre um canal visual e um canal auditivo se processa de melhor forma, do que entre dois canais visuais ou entre dois canais auditivos. Ou seja, existe uma melhor distribuição do tempo na partilha de informação do tipo visual-auditiva ou auditiva-visual, do que visual-visual ou auditiva-auditiva. Por exemplo, Wickens et al., em 1983 (citado por Wickens, 2002), verificaram em laboratório e em ambiente complexo de voo simulado, com tarefas de controlo, que existiam vantagens entre os monitores cuja informação era apresentada de modo diferente, comparativamente aos que apresentavam informação da mesma forma, como visual-visual ou auditiva-auditiva.

De acordo com Wickens (2002), a vantagem relativa da distribuição temporal do processo auditivo-visual, sobre o visual-visual ou auditivo-auditivo, pode não estar realmente relacionado com a percepção separada dos recursos no cérebro, mas sim o resultado de fatores periféricos que colocam em desvantagem os dois modos visual-visual e auditivo-auditivo. Assim, dois canais visuais que competem entre si e se estão suficientemente longe um do outro irão exigir um “*visual scanning*” entre eles, com um custo adicional. Se por outro lado se encontram demasiado perto poderá originar confusão e “esconder” informação, tal como duas mensagens auditivas se originadas muito perto uma da outra, poderá “mascarar” uma delas.

A dimensão relacionada com os códigos de processamento distingue entre o processo analógico/espacial e o categórico/simbólico (geralmente linguístico/verbal), (Wickens, 2002). De vários estudos relacionados com tarefas múltiplas indicam que os processos

espaciais ou verbais, ou seja, os códigos, dependem de recursos distintos e que esta separação está muitas vezes associada a hemisférios cerebrais diferentes (Polson & Friedman, 1988).

A separação entre os recursos espaciais e verbais, aparentemente tem influência no relativo grau elevado de eficiência, na partilha de tempo entre as respostas manuais ou verbais, assumindo que as respostas de cariz manual são geralmente de origem espacial na sua natureza (monitorização, controlo direcional, controlo do manche) e as de cariz vocal são geralmente verbais (a fala), (Wickens, 2002).

A quarta dimensão: os canais visuais, distinguindo-se entre visão focal e visão ambiental (Previc, 1998), ou seja, uma dimensão associada aos recursos visuais. A visão central ou focal permite o reconhecimento de objetos, em particular, uma elevada perceção de acuidade visual, como por exemplo o reconhecimento de símbolos nos instrumentos de voo ou a leitura de dados importantes e relacionados com a gestão do voo, disponibilizados nos monitores. A visão ambiental é distribuída ao longo do campo visual, ou seja, na periferia da fóvea (parte central da retina, responsável pela máxima acuidade visual) é então essencial na perceção de orientação e movimento em voo.

De acordo com os seguintes autores, Weinstein e Wickens em 1992; Previc em 1998 (citado por Wickens, 2002), dois aspetos do processamento visual, o focal e ambiental, parecem ser definidos em termos de recursos separados, no sentido de: apoiar de forma eficaz a partilha de tempo, serem caracterizados por estruturas cerebrais qualitativamente diferentes, e estarem associados a tipos qualitativamente diferentes de processamento de informação.

A teoria dos recursos múltiplos está frequentemente relacionada com outros dois conceitos, que são a atenção e a carga de trabalho mental. Assim torna-se importante salientar as diferenças entre eles e que a teoria dos recursos múltiplos não é exclusivamente uma teoria da atenção, nem de carga de trabalho (Wickens, 2002). Por um lado, para além da relação próxima entre a execução de tarefas duplas e a atenção (atenção distribuída), estão longe de serem sinónimos: a atenção está vulgarmente associada a consciência, enquanto ao nível das tarefas simultâneas, o sucesso ou não da execução das mesmas, tem pouca relação com alterações de consciência (Wickens, 2002).

Os conceitos da teoria dos recursos múltiplos e o de carga de trabalho mental estão relacionados, mas com frequência confundem-se. Eles sobrepõem-se mas são distintos (Wickens, 2008). De forma a distinguiem-se, recorde-se que a arquitetura do modelo consiste basicamente nos componentes relacionados com a exigência, a sobreposição de recursos e a política de alocação. O conceito de carga de trabalho mental está relacionado mais intensamente com a exigência imposta pelas tarefas, nos recursos limitados do ser humano, quer sejam consideradas simples ou múltiplas (Moray, 1979).

De acordo com Wickens e Hollands em 2000 (citado por Wickens, 2008) esta exigência pode estar conceptualmente associada a uma das duas "regiões" dos níveis de exigência da tarefa. A primeira região em que a exigência é menor do que a capacidade de recursos disponíveis (por exemplo, há capacidade residual e que não é empregue na execução da tarefa). Ou seja, o operador dispõe de recursos que podem ser aplicados sempre que sejam necessários, como em situações inesperadas e complexas. A segunda região é aquela em que a exigência excede a capacidade do operador e como consequência o desempenho irá diminuir. Frequentemente a distinção feita entre estas duas regiões é denominada de "*red line*" de acordo com Grier em 2008 (citado por Wickens, 2008). Apenas na região onde existe uma sobrecarga imposta por múltiplas tarefas é que a teoria dos recursos múltiplos tem uma importante contribuição na carga de trabalho mental, ao predizer uma falha no desempenho decorrente de uma sobrecarga de trabalho mental (Wickens, 2008). Neste sentido, embora a teoria dos recursos múltiplos seja muitas vezes denominada como uma teoria da carga de trabalho, é só no sentido em que se prevê quebras no desempenho em circunstâncias de elevados níveis de carga de trabalho (Wickens, 2002).

A execução de tarefas múltiplas é possível pela intervenção de processos de execução que nos permitem escolher tarefas, monitorizar e ajustar a sua execução, e eventualmente interromper uma tarefa de modo a realizar uma outra diferente, sempre que seja necessário (por exemplo, Arlington & Logan, 2004; Shiffrin & Schneider, 1977). No entanto, alguns estudos parecem sugerir, que em contexto reais, a priorização das tarefas nem sempre é eficiente (Iani & Wickens, 2004). Por um lado não há evidência, que quando se trata de tarefas múltiplas, as pessoas evitem o uso de estratégias de carga cognitiva, tais como calcular cuidadosamente a sequência apropriada de forma a executar as tarefas com diferentes prioridades (Lauderman & Palmer, 1995; Raby & Wickens, 1994). De acordo com Hart e Wickens (1990), para

além disso, os indivíduos têm tendência a serem mais proactivos na gestão das tarefas quando a carga de trabalho é baixa e mais reativos quando existe uma carga de trabalho mais elevada. Por outro lado, embora o conhecimento prévio do momento em que as dificuldades possam aumentar, que permite aos pilotos planear a execução de uma tarefa secundária de prioridade mais baixa, parece não ter impacto no desempenho, de acordo com Segal e Wickens em 1990 (citado por Iani & Wickens, 2004).

1.5 Carga de trabalho mental, consciência da situação e desempenho

Ao rever a literatura, verifica-se que o conceito de consciência da situação e a sua relação com a carga de trabalho mental não tem merecido tanta atenção por parte dos investigadores, como por exemplo as questões relacionadas com a fadiga e com os vários agentes estressores que são apontados como fontes de carga de trabalho mental. Deste modo entende-se que deve ser abordada esta questão, pois existe uma interação inequívoca entre a carga de trabalho mental e a consciência da situação. Para manter uma elevada consciência da situação num meio adverso, dinâmico e em constantes mudanças como é aquele em que opera o sistema homem-máquina, exige do piloto ou dos pilotos envolvidos, processos cognitivos onde se consomem muitos recursos. É obvio, por um lado, que não se consegue manter uma precisa ou exata consciência da situação sem dispender de recursos que podem interferir com outras tarefas cognitivas simultâneas. Por outro lado, pode ser difícil manter a consciência da situação, pelo desvio de recursos necessários para fazer face a tarefas simultâneas de elevada complexidade.

Esta relação entre a consciência da situação e a carga de trabalho mental é mediada, em certo grau, pelo nível de conhecimentos ou competências do operador. Operadores experientes podem de um modo geral preservar a consciência da situação com um custo menor de recursos (Wickens, 2001).

Há semelhança da existência de diversos conceitos de carga de trabalho mental, o mesmo ocorre com a variabilidade de definições de consciência da situação. A definição mais citada na literatura é a que foi referida por Endsley (1988) : “ A perceção dos elementos do ambiente num determinado tempo e espaço, a compreensão do seu significado e a projecção do seu estado num futuro próximo.” Por outras palavras e de acordo com Endsley (1988), são considerados três níveis de consciência da situação: no

primeiro nível, adquire-se a percepção das informações mais importantes; no segundo nível compreende-se o significado e a integração dessas informações, examinando as consequências mais imediatas; no último nível, projeta-se a situação num futuro imediato ou próximo. Três níveis são então referidos por Endsley:

- Nível 1- Percepção (dos elementos da situação corrente – quem, o quê, onde, etc).
- Nível 2 - Compreensão (da situação corrente – opções, intenções, níveis de ameaça, etc).
- Nível 3 – Projeção (dos acontecimentos futuros, baseados nos acontecimentos atuais).

Para além destes três níveis, foram ainda associados mais dois níveis por McGuinness em 1995, a saber:

- Nível 4 – Metacognição (auto-avaliação da própria consciência da situação).
- Nível 5 – Seleção da resposta (a opção dos objetivos de desempenho).

O conceito de consciência da situação é amplamente conhecido na comunidade aeronáutica e vulgarmente aplicado o termo “ver o filme ao contrário” ou “pensar à frente do avião”. Fácilmente se depreende que o significado do conteúdo dos termos descritos contém na sua essência os vários níveis da consciência da situação e que correspondem a todo um processo perceptual e cognitivo complexos, desenvolvido a partir do fluxo informacional proveniente do ambiente operacional em que o piloto ou os pilotos se inserem.

A figura 10 representa um modelo de processamento de informação da consciência da situação proposto por Wickens (1995), relacionado com o desempenho do piloto e as influências externas (onde se inclui a carga de trabalho).

De acordo com Wickens (1995), a área sombreada representa a consciência da situação e na parte superior do modelo estão representadas a atenção e a percepção, que recolhem a informação proveniente dos monitores de voo, mas também decorrente das observações e das comunicações. A percepção está estreitamente relacionada com a informação mantida na memória de trabalho. A memória de trabalho, pelos elementos que a constituem (consciente, de curta duração, de capacidade limitada, requerendo recursos limitados para a sua manutenção), faz parte integrante da consciência da situação. As informações recuperáveis da memória de longo termo (relativas à evolução

da situação) estão também incluídas na consciência da situação, pois nem sempre a informação está disponível momentaneamente e ao nível consciente da memória de trabalho.

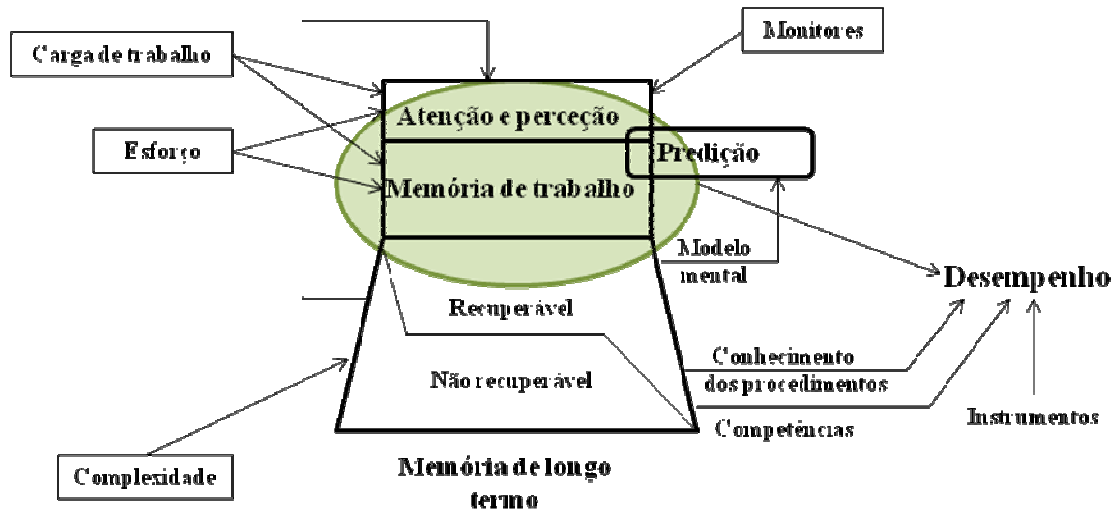


Figura 10 – Modelo de processamento de informação da consciência da situação (Wickens, 1995).

A figura mostra também que existe uma grande quantidade de informação pertencente à memória de longo termo que não é facilmente recuperável e que podem pertencer a aspetos dinâmicos da situação, consistindo em factos e partes de informação semântica ou estrutural que foram esquecidas.

Na figura é mostrada a componente designada por predição, incorporado por Endsley (1994) e que corresponde ao terceiro nível da consciência da situação; a capacidade para utilizar a informação disponível e em conjunto com os modelos mentais existentes na memória de longo termo, de modo a “calcular” uma expectativa da situação futura. Wickens (1995), refere que este “cálculo” consome muitos recursos e pode fragmentar se existirem outras tarefas em competição. Pode-se mesmo descrever a predição como fortemente dependente dos recursos da memória de trabalho (Wickens, 1992).

Nas margens da figura surgem diversos fatores que influenciam a consciência da situação: os monitores (se ergonomicamente adaptados ao piloto), podem auxiliar na manutenção de uma boa consciência da situação, providenciando informação de forma simples, intuitiva e de fácil compreensão, direcionando a atenção para o local e espaço apropriado. A percepção das informações adquiridas pelos órgãos dos sentidos é também

suportada pela informação da memória de longo termo, uma vez que que o piloto experiente num determinado sistema complexo possui um “esquema” efetivo, com o qual lhe permite mais facilmente absorver e interpretar nova informação.

Outro dos fatores, segundo Wickens (1995), que influencia a consciência da situação, é a carga de trabalho. Extensa carga de trabalho pode degradar a consciência da situação, quer por competir com os recursos da memória de trabalho, quer por competir com os recursos perceptuais necessários para agregar nova informação. Por outro lado, o esforço que não é direcionado para outras tarefas, mas sim para a situação, permite um aumento da consciência da situação.

Adicionalmente e de forma a suportar a percepção, a memória de longo termo pode também auxiliar no entendimento do atual estado do próprio sistema, como por exemplo a existência e o desenvolvimento de um ótimo modelo mental, que pode ser extremamente importante para formular uma boa predição com a finalidade de manter a consciência da situação. A existência de elevados níveis de complexidade do sistema, pode no entanto degradar o modelo mental e contribuir para a diminuição da consciência da situação.

Finalmente, manter uma boa consciência da situação significa manter um determinado desempenho, pois contribui para tal. O desempenho por sua vez depende dos conhecimentos, das competências e das ferramentas necessárias, para completar as tarefas.

Os conceitos de carga de trabalho mental, consciência da situação e desempenho do piloto têm sido fundamentais no desenvolvimento da investigação aeronáutica. Estes conceitos e a sua interrelação estabelecem as bases para a pesquisa no desenvolvimento de modelos de desempenho do operador (GARTEUR, 2003). A necessidade de criar modelos do operador está relacionado com o facto de que estes modelos descrevem, e ocasionalmente também explicam de que forma é que o operador lida com a situação e com o sistema. Da literatura existem basicamente três tipos de modelação: modelação concetual (são descritivos e fornecem o enquadramento para o estudo dos componentes do desempenho humano), como por exemplo o modelo de Wickens (1992) de processamento de informação humana ou a teoria dos múltiplos recursos de Wickens (1992); modelação por computador, como por exemplo o modelo designado de MIDAS (*Man-Machine Integrated Design and Analysing System*; Corker & Smith, 1993;

Staveland, 1991, 1994) é constituído por um conjunto de *software* em módulos e de editores que permitem a simulação da interação do operador com o equipamento da *crew station*, com a dinâmica do veículo e com o ambiente (todas as reações são especificadas, bem como os modelos de percepção e cognitivos, de forma a serem analisadas as áreas críticas do desempenho humano, como a gestão da informação, a cognição e a carga de trabalho mental) e ; modelação de dados (esta abordagem é sobretudo baseada em dados empíricos e por consequência os modelos resultantes representam as relações existentes entre os conceitos). Um exemplo é o programa de computador designado de LISREL (*analysis of linear structural relationships*). A atual versão é designada de LISREL 8. De acordo com Jöreskog e Sörbom em 1984 e 1993 (citado por GARTEUR, 2003), em que os modelos finais baseiam-se nas relações entre as medidas de covariação entre as variáveis (covariâncias e correlações) e os efeitos de causalidade.

Pela importância de estudos efetuados e que se enquadram nos objetivos propostos do presente trabalho, a seguir se indicam alguns com a aplicação do programa LISREL.

De um estudo realizado por Svensson e Wilson (2002), a GARTEUR (2003) retirou os dados que permitiram realizar a modelação através do modelo LISREL. No estudo, os pilotos militares responderam a questões relacionadas com a carga de trabalho mental (CTM), obtidas a partir da escala de avaliação de Bedford (*Bedford rating scale*) e que será referenciada posteriormente na parte direcionada para os métodos de avaliação da carga de trabalho mental, com a consciência da situação (CS), e com o desempenho (DES), imediatamente após a interceção na simulação de combate. Durante a interceção, o ritmo cardíaco (RC) e a taxa de fixação do globo ocular (TFIX) foram registados. A partir das correlações entre as cinco variáveis definiram-se dois fatores, que se designaram respetivamente, carga de trabalho mental e desempenho.

O modelo estrutural obtido está representado na figura 11, adaptada de GARTOUR (2003) em que os fatores estão contidos nas elipses e as variáveis nos quadrados. Os fatores de carga estão indicados com os respetivos valores positivos, com exceção de um valor que é negativo (-.45) e que pode ser considerado como uma regressão negativa.

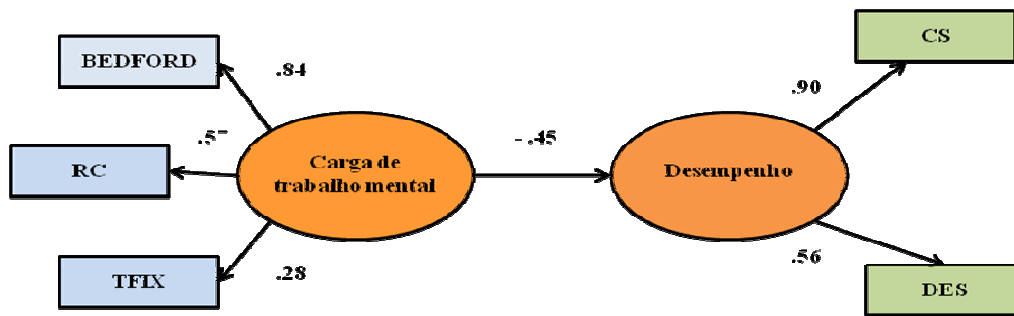


Figura 11 – Modelo estrutural representando o desempenho em função da carga de trabalho mental e as variáveis que os influenciam (adaptado de GARTOUR, 2003)

A avaliação da carga de trabalho mental através da escala de avaliação de Bedford, o ritmo cardíaco e a taxa de fixação do globo ocular são indicadores significativos do fator carga de trabalho mental. Ou seja, o aumento da atividade relacionada com a pesquisa visual do piloto, a percepção individual do aumento da carga de trabalho, e o aumento do ritmo cardíaco estão relacionados com o fator carga de trabalho mental. Por outro lado, as avaliações do desempenho e da consciência da situação são indicadores do desempenho. Isto permite concluir que o aumento da carga de trabalho mental diminui o desempenho operacional do piloto.

Noutro estudo efetuado por Svensson *et al.* (1999) foram analisados os efeitos da complexidade da missão e da carga informacional na carga de trabalho mental, na consciência da situação e no desempenho. O estudo foi desenvolvido em duas fases: na primeira 20 pilotos executaram 140 missões reais, na segunda fase 15 pilotos realizaram 40 missões simuladas. Todos os intervenientes responderam a questionários quanto ao índice de motivação (MOTIV), nível de complexidade da missão (COMPLEX MISS), carga de trabalho mental (CTM), reserva de capacidade mental (CAPC MENT), consciência da situação (CA) e desempenho (DES). Nas missões simuladas foram registados os valores da taxa de fixação do globo ocular, da taxa de intermitência do globo ocular e do ritmo cardíaco. O modelo final está representado na figura 12.

O modelo apresenta três áreas adjacentes: A área (A) consiste nas exigências da missão e dos sistemas; a área (B), relativa a aspetos da carga de trabalho mental e, por último a área (C) em que se incluem aspetos do desempenho. Quanto aos efeitos, os mais intensos estão representados pela maior espessura das respetivas setas. Os sinais positivos representam efeitos positivos e os sinais negativos efeitos negativos.

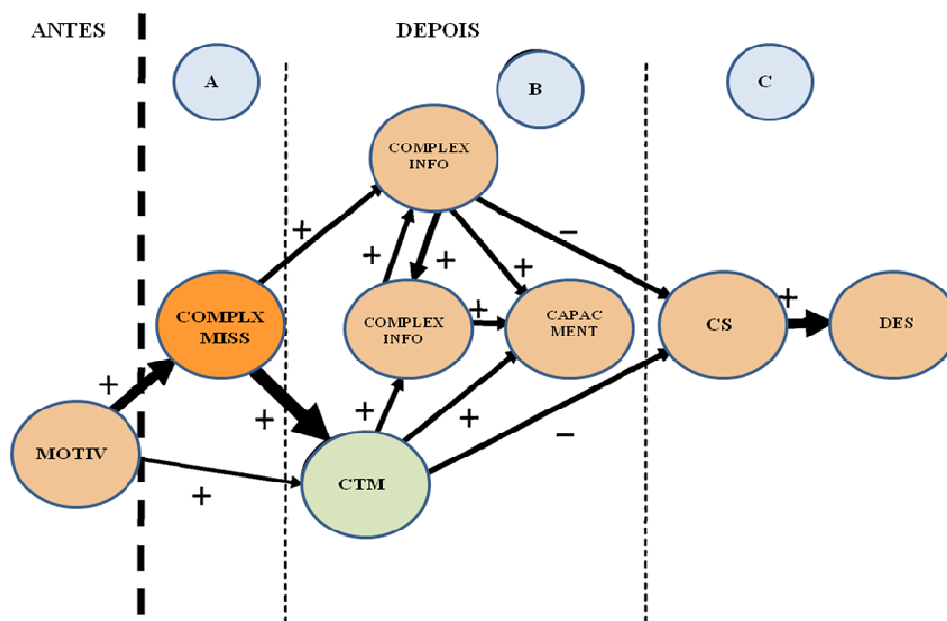


Figura 12 – Modelo estrutural (adaptado de Svensson *et al.*, 1999)

Do estudo resultante da primeira fase verifica-se que um aumento da complexidade da missão, aumenta a carga de trabalho mental; que a complexidade da informação disponível nos monitores aumenta; que o aumento da complexidade da informação reduziu significativamente a capacidade mental; que o aumento da carga de trabalho mental e o aumento da complexidade da informação resultam numa diminuição da consciência da situação.

Do estudo referente à segunda fase (missões simuladas), em que as missões foram avaliadas de complexas verificou-se também uma associação a elevada carga de trabalho mental. Tal como se verificou no modelo relativo às missões reais, a complexidade da informação teve um efeito muito forte de deterioração na reserva de capacidade mental.

Os resultados destes estudos seguem repetidamente os seguintes conceitos: complexidade da missão – carga de trabalho mental – consciência da situação – desempenho do piloto. Um aumento das complexidade das missões aumenta a carga de trabalho mental do piloto e um aumento na carga de trabalho mental diminui a sua consciência da situação, que, por sua vez, está positivamente relacionado com o seu desempenho (GARTOUR, 2003).

A carga de trabalho mental tem sido assinalada como um precursor para o desempenho operacional, mediada através do conceito de consciência da situação (Endsley, 1995; Alfredson, 2007), numa variedade de estudos (Nählinder *et al.*, 2004), como se pode verificar na figura 13.

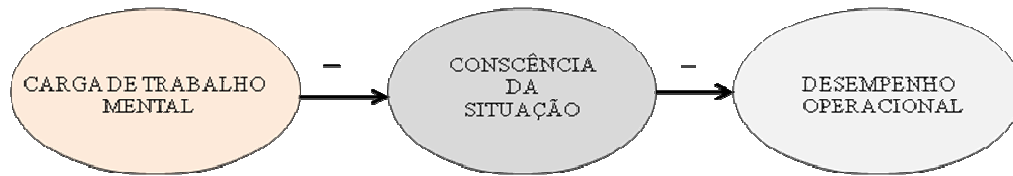


Figura 13 – Relação entre os conceitos de carga de trabalho mental, consciência da situação e desempenho operacional, traduzido de (Nählinder *et al.*, 2004),

A relação entre carga de trabalho mental, consciência da situação e desempenho operacional demonstra um determinado padrão que tem sido observado em diversos estudos militares e civis, com diferentes participantes em voos reais e simulados. Existe pois uma relação causal entre os três conceitos: a relação entre carga de trabalho mental e a consciência da situação, e entre consciência da situação e desempenho operacional. Um aumento da carga de trabalho mental (uma tarefa mais exigente) implica uma menor consciência da situação, que por sua vez, implica uma diminuição no desempenho (Nählinder *et al.*, 2004).

A carga de trabalho está tão relacionada com a consciência da situação, que é influenciada por ela (Adams *et al.*, 1991). Um fator determinante que influencia a gestão da carga de trabalho é a capacidade de priorização das tarefas, ou seja, a tarefa que é considerada a mais crítica e que tem que ser efetuada naquele espaço de tempo específico, tem que se executar em primeiro lugar. A priorização efetiva das tarefas e a antecipação dos acontecimentos por parte do piloto depende de uma boa consciência da situação. Alterar o estado de consciência da situação, na ausência de redução da carga de trabalho pode ser ineficaz, pois a programação de um conjunto complexo e exigente de tarefas podem interferir ativamente nesse estado. A priorização é em si uma tarefa que requer recursos de processamento que podem ser necessários para o processamento adequado de tarefas essenciais.

Uma elevada carga de trabalho está associada à diminuição significativa na capacidade do operador priorizar as tarefas de forma efetiva. Por exemplo, tem sido observada uma diminuição significativa na capacidade do piloto priorizar as tarefas em função da

complexidade da trajetória de voo e do aumento do número de tarefas a serem desempenhadas (Funk & Braune, 1999).

1.6.Métodos de avaliação da carga de trabalho mental

Os métodos de avaliação da carga de trabalho mental permitem o conhecimento das características da estrutura do trabalho, possibilitam perceber as limitações e as capacidades do operador, permitem a análise de usabilidade de um determinado sistema.

A carga de trabalho mental tem sido então utilizada, e especificamente no domínio do presente trabalho, relacionado com a aviação, para avaliar a eficiência das tarefas do operador, a eficiência do treino dos pilotos, avaliação de projetos de aeronaves, bem como para a análise da missão e da avaliação de desempenho dos pilotos durante as operações de voo (Svensson *et al.*, 1997; Wickens & Hollands, 2000).

1.6.1 Critérios de avaliação da carga de trabalho mental

A enorme multiplicidade de técnicas desenvolvidas e aplicadas na avaliação da carga de trabalho mental tem conduzido distintos autores a analisar as características das técnicas específicas com o objetivo final de estabelecer critérios para a seleção da técnica adequada aos objetivos da pesquisa. Da literatura são óbvias as vantagens e desvantagens que caracteriza qualquer eventual método utilizado na avaliação da carga de trabalho mental, independentemente do contexto em que é utilizado, seja ao nível experimental, seja ao nível operacional. Para lidar com algumas das preocupações relativas a estes constrangimentos, O'Donnell e Eggemeier (1986), apresentaram alguns critérios de forma a direcionar a seleção e o desenvolvimento das técnicas de avaliação da carga de trabalho mental. Segundo os autores os critérios são os seguintes:

1. Sensibilidade - o método deve ser confiável e sensível às mudanças na dificuldade da tarefa ou na exigência de recursos, bem como, discriminar variações significativas na carga de trabalho. Frequentemente o grau de sensibilidade de uma medida depende do nível de carga de trabalho experimentado pelo operador.
2. Diagnosticidade - o método deve ser diagnosticável, ou seja, é a capacidade da técnica em distinguir o tipo ou a causa da carga de trabalho ou atribuí-la a algum aspecto ou aspetos da tarefa do operador;

3. Intrusão na tarefa principal - o método não deve ser intrusivo ou interferir no desempenho das tarefas do operador, podendo tornar-se só por si uma fonte significativa de carga de trabalho;

4. Aceitação do operador - o método deve ter aceitabilidade pelo sujeito ou sujeitos envolvidos na pesquisa. Ou seja, relaciona-se com o nível de aprovação da técnica utilizada. Segundo de Ward (1996), a opinião do operador sobre a técnica utilizada para a medição, especialmente em técnicas de medição subjetiva ou autoavaliação, influencia na precisão da sua aplicação;

5. Requisito para a implementação - o método a utilizar deve exigir o mínimo de equipamento que possa não comprometer o desempenho do sujeito;

De acordo com Cain (2007), outros critérios foram ainda adicionados à lista descrita:

6. Oportuno e rápido - O método deve ser oportuno ou executado atempadamente e suficientemente rápido de forma a captar as alterações transitórias da carga de trabalho;

7. Fiabilidade - o método deve ser confiável demonstrando repetibilidade com pequenas variações em relação ou comparando com os efeitos principais. Níveis semelhantes de carga de trabalho mental devem ser obtidos em condições semelhantes.

8. Seletividade - o método deverá ser seletivamente sensível às diferenças na capacidade de lidar com as exigências e não com as variações não relacionadas com a carga de trabalho mental;

9. Insensibilidade - o método deve ser insensível às exigências de outras tarefas, tais como atividade física (Casali & Wierwille, 1984).

10. A validade do método verifica se a medida de carga de trabalho está a medir a carga de trabalho mental (Tsang & Wilson, 1997). Diferentes medidas devem demonstrar resultados semelhantes.

Para além do exposto, Colle e Reid (1997), postulam que a técnica de medição selecionada deve também atender aos constrangimentos formais e axiomáticos e que só após o momento em que se adota esta abordagem é que as técnicas, tais como as medidas de avaliação subjetivas, de desempenho e fisiológicas, possam ser diretamente comparadas, é que poderemos compreender completamente o conceito de carga de trabalho.

1.6.2 Categorias dos métodos de medição da carga de trabalho mental

O'Donnell e Eggemeier (1986) especificam três grupos distintos de métodos de avaliação da carga de trabalho mental: medidas subjetivas, medidas de desempenho e medidas fisiológicas. Cain (2007), também refere três categorias distintas, com pequenas diferenças em termos de designação: autoavaliação ou escalas de avaliação subjetivas, medidas de avaliação de desempenho (incluindo a subdivisão em medidas da tarefa primária e da tarefa secundária) e medidas psicofisiológicas. Para além das três categorias mencionadas anteriormente, Tsang e Wilson (1997), referem ainda uma quarta categoria denominada de medidas analíticas.

Serão abordadas de uma forma geral as várias categorias dos métodos de avaliação da carga de trabalho mental, relacionando alguns dos métodos com os resultados de estudos efetuados no âmbito do meio aeronáutico, especificamente os que se entendam particularmente relevantes no sentido de consubstanciar as hipóteses formuladas no final do presente capítulo. Será efetuada uma síntese descritiva das medidas mais utilizadas no contexto da aviação, com um maior enfoque nas medidas de avaliação subjetiva, não por serem consideradas mais importantes, mas pelo facto de que o método de avaliação utilizado no presente trabalho ter sido efetuado pelo método de avaliação subjetiva.

1.6.2.1 Medidas de avaliação subjetiva

“ Na ausência de qualquer medida objetiva da atividade difusa do “meta controlador”, a medida fundamental em relação à qual todas as medidas objetivas devem ser calibradas é a avaliação individual e subjetiva da carga de trabalho em cada uma das tarefas” (Jex, 1988).

As medidas de avaliação subjetivas exigem que operador avalie o nível de esforço mental despendido na execução de uma tarefa. Ou seja, reflete a opinião individual acerca do esforço mental necessário no contexto ambiental de execução da tarefa e da experiência e competências do mesmo. Para a recolha de dados nas medidas de avaliação subjetivas são utilizadas escalas de avaliação, nas quais o operador seleciona um determinado valor da escala que melhor representa o seu esforço mental.

Tsang e Vidulich (1994) debateram as diferentes abordagens para avaliação subjetiva da carga de trabalho mental, como pode ser verificado na tabela 1, que categoriza as diferentes medidas subjetivas mais comuns. De acordo com os autores, as diferentes

abordagens colocam-se da seguinte forma: escalas unidimensionais ou multidimensionais, absolutas ou relativas e imediatas ou retrospectivas.

Tabela 1 – Categorização das medidas subjetivas (adaptado de Tsang & Vidulich, 1994)

Categorização			
Medidas de avaliação subjetivas	Unidimensional/	Absoluta/	Imediata/
	Multidimensional	Relativa	Retrospectiva
Bedford	U	A	I
MCH	U	A	I ou R
Psicofísico	U	PU	R
SWORD	U	TM	R
NASA-TLX	M	A	I
SWAT	M	A	I
Workload Profile	M	A	R

As unidimensionais (U) caracterizam-se por proporcionarem uma medida única relativa, considerando o nível global da carga de trabalho mental, enquanto as multidimensionais (M) consideram uma avaliação feita com base na distinção de vários fatores ou dimensões determinantes da carga de trabalho de uma tarefa. Permitem pois, obter uma pontuação por cada fator ou dimensão da carga e posteriormente a conjugação de cada uma dessas avaliações é que permitem a pontuação do nível global de carga de trabalho mental de uma tarefa ou tarefas.

A avaliação é absoluta (A) se for efetuada de forma independente ou, para avaliações relativas, os operadores são solicitados quer para comparar as condições da tarefa em análise com um padrão único (PU) ou em condições de tarefas múltiplas (TM) (método redundante), (Tsang & Vidulich, 1994). As avaliações podem ser obtidas imediatamente (I) após a execução da tarefa ou de forma retrospectiva (R).

Para testes relacionados com a engenharia humana e avaliação, as avaliações subjetivas da carga trabalho mental do operador, especialmente as que contêm escalas, possuem muitas vantagens comparativamente a poucas desvantagens, em relação a outros tipos de avaliação (Geddie *et al.*, 2001).

Existem várias razões para a ampla disseminação de utilização das medidas subjetivas. Conforme sublinhado por O'Donnell e Eggemeler (1986), as razões são as seguintes: são de fácil implementação, pois necessitam de pouco material de pesquisa; são medidas relativamente não intrusivas; de baixo custo; com uma boa validade; a

existência de técnicas muito boas e, os dados atuais sugerem que são sensíveis a variações de carga de trabalho.

Seguidamente apresentar-se-á uma descrição das principais medidas de avaliação subjetiva no domínio da aviação. Segundo (Geddie *et al.*, 2001), dos inúmeros métodos conhecidos, são recomendados quatro métodos para a avaliação da carga de trabalho mental: NASA-TLX (NASA *Task Load Index*), SWAT (*Subjective Workload Assessment Technique*), MCH (*Modified Cooper Harper Scale*), and ZEIS (*Sequential Judgement Scale*). Para além destes, referem ainda outros dois métodos conhecidos por SWORD (*Subjective Workload Dominance Technique*) e pela escala de Bedford.

1.6.2.1.1 NASA-TLX (NASA *Task Load Index*)

O método designado de NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index*) foi desenvolvido por Hart e Staveland (1988) e sendo uma técnica multidimensional permite uma determinação e identificação das fontes específicas da carga de trabalho, contribuindo para o índice global de carga de trabalho na avaliação da tarefa. De acordo com os autores, Lysaght *et al.* em 1989 (citado por Geddie *et al.*, 2001) desenvolveram um processo individual de ponderação para as diferentes dimensões da carga de trabalho, que é assumido para reduzir a variabilidade dos resultados entre sujeitos.

As seis dimensões que compõem a técnica podem ser divididas em três grupos: as características da tarefa (exigências mental, física e temporal); características comportamentais (desempenho e esforço) e característica individual (frustração). Cada uma das dimensões bipolares do NASA-TLX consiste numa escala crescente de valores entre zero e cem (0-100), sendo o valor mínimo e o valor máximo descritores verbais, respetivamente de “baixo” e “alto”, com exceção da dimensão do desempenho, em que os descritores verbais se invertem, ou seja para o valor zero, o descritor tem a denominação de “alto” e para o valor cem, tem a denominação de “baixo”. As dimensões estão equitativamente divididas em 20 intervalos de cinco pontos cada. As definições das dimensões, traduzidas e adaptadas de Hart e Staveland (1988) podem ser visualizadas no anexo A.

Para a aplicação do método são necessárias duas fases: na primeira, cada sujeito compara e assinala de entre as quinze combinações possíveis das seis dimensões,

organizadas por pares, aquela que lhe induziu maior variação de carga de trabalho na execução das suas tarefas, ou seja, no total são feitas quinze comparações, como se pode ver no anexo B, traduzido e adaptado de Hart e Staveland (1988).

Na segunda fase, cada sujeito indica em cada uma das seis dimensões um valor, que irá assinalar na escala respetiva, de acordo com as escalas referenciadas no anexo C, traduzida e adaptada de Hart e Staveland (1988). As escalas como já foi mencionado, estão divididas em 20 intervalos iguais, apenas marcados com traços, e não com valores numéricos. Se o sujeito assinalar precisamente em cima do traço, o valor a considerar será esse mesmo valor em absoluto. Se o sujeito assinalar entre dois traços, o valor a considerar será o que corresponde à marca posicionada mais à direita (NASA, 1986).

O tratamento dos dados pelo investigador requer que sejam efetuados vários passos de forma a ser aferido o resultado final. Assim, no primeiro passo verifica-se o número de vezes em que foi escolhida uma determinada dimensão consequente da comparação entre as quinze combinações (que poderá resultar num valor numérico no mínimo de zero vezes ou no máximo de cinco vezes); no segundo passo, multiplica-se o número de vezes obtido anteriormente em cada dimensão, pelo valor assinalado na escala da dimensão respetiva (de zero a 100); no terceiro passo, é feito o somatório dos resultados alcançados anteriormente; por último, o resultado anterior é dividido por quinze (resultante do somatório das vezes em que cada dimensão foi escolhida quando da comparação entre as outras dimensões), sendo que o valor resultante é o índice médio ponderado da carga de trabalho (*Mean Weighted Workload Score*), que indica a carga de trabalho mental em termos de valor percentual (Geddie *et al.*, 2001).

O NASA-TLX requiere uma familiarização adequada do método aos sujeitos em estudo. De acordo com a NASA (1986), antes de procederem ao início da avaliação, os sujeitos deverão utilizar o método pela aplicação de algumas tarefas. Geddie *et al.* (2001) sublinham que os sujeitos necessitam de cerca de um minuto para marcarem as escalas e aproximadamente três minutos para efetuarem as comparações dos pares.

1.6.2.1.2 SWAT (*Subjective Workload Assessment Technique*)

A técnica foi desenvolvida pela USAF (*United States Air Force - Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory*, 1987), de acordo com Reid *et al.* em 1989 (citado por Geddie *et al.*, 2001). Neste método multidimensional o sujeito classifica a carga de trabalho mental de uma tarefa, baseada em três dimensões: o tempo, o esforço mental e

o *stress* psicológico. O tempo refere-se à quantidade de tempo disponível do operador e a percentagem de tempo em que ele está ocupado e inclui elementos como a sobreposição e interrupção de tarefas. O esforço mental relaciona-se com a quantidade de atenção ou concentração direcionada para a tarefa, independentemente de considerações temporais. O *stress* psicológico está relacionado com o nível de confusão, frustração e/ou ansiedade presentes na execução da tarefa e que contribui para o aumento subjetivo da carga de trabalho.

Cada uma das três dimensões tem três níveis cada, formando uma escala com descritores verbais que descrevem cada dimensão, de acordo com o anexo D, traduzido e adaptado de AAMRL em 1987 (citado por Lysaght *et al.*, 1989). A combinação dos níveis descritos representa a percepção subjetiva de um sujeito, relativa à carga global de trabalho de uma tarefa. Por outras palavras, o método é executado em duas fases: na primeira, existem 27 combinações possíveis dos três níveis relativas às três dimensões. Os cartões são ordenados pelo sujeito de forma hierárquica em que reflete a sua percepção do aumento da carga de trabalho. O guia do utilizador do método SWAT sugere que os 27 cartões sejam colocados em 3 pilhas de 9 cartões cada, ordenados de 1 a 9, representando o nível mais baixo de carga de trabalho, para o nível mais alto. Na segunda fase o operador classifica as três dimensões e desta análise é obtida uma classificação da carga de trabalho global entre os valores de zero (0) e cem (100), em que o zero indica não existir carga de trabalho ou a mais baixa avaliação em cada uma das três dimensões (geralmente 1,1,1) e o 100 corresponde ao máximo de carga de trabalho ou à mais elevada avaliação (geralmente 3,3,3).

1.6.2.1.3 MCH (*Modified Cooper Harper Scale*)

A escala de Cooper Harper em 1969 (citado por Geddie *et al.*, 2001) foi utilizada sucessivamente na avaliação de tarefas manuais de operação da aeronave e de outras tarefas motoras. Com um maior avanço dos sistemas complexos o papel do operador transformou-se e deixou de estar menos envolvido no controlo ativo do sistema para estar mais ocupado com atividades relacionadas com a percepção, monitorização, avaliação, comunicação e resolução de problemas (Wierwille & Casali, 1983). Como o método original não foi desenvolvido para este tipo de tarefas, Wierwille e Casali (1983), modificaram-no de forma adequar-se às tarefas atuais características dos sistemas modernos. Os valores da escala situam-se entre 1 e 10 e utiliza uma árvore de decisão

para avaliar a carga de trabalho percebida pelo sujeito, como se pode observar no anexo E, traduzido de Wierwille e Casali (1983).

1.6.2.1.4 ZEIS (Zwei-Ebenen Intensitäts-Skala)

Esta escala foi desenvolvida com base em 14 diretrizes de escalas de *design*, obtidos através de revisão da literatura, a partir de princípios de *design* ergonômico e de várias experiências. Pitrella e Käßpler em 1988 (citado por *Geddie et al.*, 2001) construíram esta escala de forma a avaliar a dificuldade das tarefas de condução em veículos por condutores experientes. De acordo com *Geddie et al.* (2001), embora concebida em resposta à necessidade de gerar uma escala melhor para avaliar o manuseamento de veículos, este método de classificação mede a dificuldade da tarefa e pode ser aplicado a uma grande variedade de tarefas. Em conformidade com Pitrella e Käßpler (1988), a avaliação é facilitada aos sujeitos, pela forma como a escala está concebida, ou seja em dois níveis, o primeiro através de um julgamento mais grosseiro e o segundo mais detalhado, como pode ser visualizado no anexo F e que representa a versão inglesa utilizada numa experiência efetuada por Spain e Holzhausen, em 1991 (citado por *Geddie et al.*, 2001) e traduzida de *Geddie et al.* (2001).

1.6.2.1.5 SWORD (*Subjective Workload Dominance Technique*)

A técnica SWORD, de Vidulich em 1989 (citado por *Geddie et al.*, 2001) em contraste com a maioria das outras técnicas, que se baseiam em comparações absolutas (sem se referirem às condições de outras tarefas), utiliza comparações relativas, por exemplo, cada tarefa é comparada individualmente com outras tarefas. O método é apoiado numa comparação pareada e utiliza três etapas principais: (1) o registo dos dados pelo sujeito, (2) a construção da matriz (3) e o cálculo das classificações. Seguidamente descrevem-se as etapas definidas por Vidulich *et al.* em 1991 (citado por *Geddie et al.*, 2001).

(1) Registo dos dados pelo sujeito: depois de realizar todas as tarefas o sujeito tem que fazer uma comparação pareada entre todas as combinações possíveis de tarefas em relação à carga de trabalho. Para cada comparação é apresentada uma escala com uma classificação de 17 passos. Uma tarefa aparece na extremidade esquerda da escala, a outra no lado direito. Se o sujeito percebe duas tarefas como sendo iguais na carga de trabalho, faz uma marca no "igual" no centro da escala de avaliação. Quanto mais dominante for a tarefa relativamente à carga de trabalho, mais próximo da tarefa dominante será colocada a marca na respetiva escala. Para caracterizar a relação de

dominância relativa de carga de trabalho de uma tarefa em relação a outra, existem nove descritores verbais, com as designações de “igual”, ao centro, e do centro para a esquerda e direita da escala, respetivamente “fraca”, “forte”, “muito forte” e “absoluta”, com se pode verificar no anexo G, que representa a escala de avaliação do método SWORD, traduzido de Geddie *et al.* (2001).

(2) Construção da matriz: Na matriz as colunas e as linhas correspondem às tarefas que são comparadas entre elas. Cada célula na matriz mostra o resultado da comparação emparelhado da tarefa correspondente na linha e da tarefa na coluna. O valor “1” assinalado na matriz corresponde à comparação da tarefa entre si. A parte superior direita da matriz contém o valor de “1”, quando as tarefas comparados têm aproximadamente o mesmo nível de carga de trabalho, um valor de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, quando a tarefa do lado esquerdo da escala de classificação é dominante (2, significa um menor nível de dominância e 9 o mais alto), ou o recíproco destes números (1/2, 1/3.....1/9, onde 1/9, é o mais alto nível de dominância), quando a tarefa do lado direito da escala de classificação é dominante no que diz respeito à carga de trabalho. O lado inferior esquerdo da matriz é preenchido com os recíprocos dos correspondentes lados superiores direitos das células. Um exemplo da matriz pode ser visualizado no anexo H, adaptado de Geddie *et al.* (2001).

(3) Cálculo das classificações: para cada linha da matriz é calculada a média geométrica. Os valores resultantes são a classificação da carga de trabalho de cada tarefa.

1.6.2.1.6 Escala de Bedford

A escala de Bedford foi desenvolvida por Ellis e Roscoe em 1982 e derivou da escala de Cooper-Harper. Esta escala utiliza o mesmo método de árvore de decisão e centra-se na medição da carga de trabalho através da avaliação da capacidade de reserva experimentada pelos pilotos, com se pode ver no anexo I, traduzido de Geddie *et al.* (2001). De acordo com Roscoe (1987), “a carga de trabalho é o esforço integrado mental e físico necessário para satisfazer as exigências percebidas de uma tarefa de voo específica”. Hart e Wickens (1990) afirmaram que a escala de Bedford foi explicitamente desenvolvida para avaliar a carga de trabalho em voo e tem sido amplamente utilizada na Europa para avaliar a carga de trabalho do piloto em aviões

civis e militares e nos Estados Unidos, em simulador e em estudos relacionados com o voo.

1.6.2.2 Medidas de avaliação de desempenho

As medidas de desempenho da carga de trabalho podem ser classificadas em dois grupos: as medidas da tarefa principal e as medidas da tarefa secundária. A medida da tarefa principal tenta avaliar o desempenho do operador diretamente na tarefa normal, sendo útil quando as exigências excedem a capacidade do operador de tal forma que o desempenho diminui a partir da linha de base ou dos níveis ideais. De acordo com Geddie *et al.* (2001), as técnicas mais utilizadas para a medição do desempenho na tarefa principal são, o tempo de velocidade de reação ou de precisão de resposta, e a taxa de erros cometidos. Geddie *et al.* (2001) referem que apesar da relevância da tarefa primária nas atividades operacionais, muitas vezes não é possível avaliar o custo de realizar a tarefa primária só através de medidas de desempenho, por causa de mudanças na "realocação estratégica da capacidade mental". Wilson (2004) refere que, “ por causa do efeito compensatório do aumento do esforço, torna-se evidente que medir o desempenho não é suficiente para avaliar o estado do operador. O nível de desempenho não fornece informações sobre os custos envolvidos na resposta adaptativa ao *stress*. Em condições em que não existe uma percepção de diminuição do desempenho sob condições de *stress*, as medidas de avaliação fisiológicas e subjetivas refletem principalmente a quantidade de esforço mental necessário para manter o desempenho na tarefa.”

As medidas de tarefa secundária como métodos de avaliação da carga de trabalho, foram desenvolvidas como instrumentos para avaliar a capacidade de trabalho e as limitações do operador em relação à execução da tarefa primária (Lysaght *et al.*, 1989). Assim, o operador executa uma tarefa secundária enquanto simultaneamente efetua uma tarefa primária ou principal. O método baseia-se no pressuposto de que sendo o Homem um sistema de processamento de informação e dispondo apenas de um canal com capacidade limitada, a capacidade de reserva deixada pela tarefa principal é preenchido pela tarefa secundária. Quanto maior o decréscimo do desempenho na tarefa secundária, menor será a restante capacidade de reserva da tarefa principal e maior será a carga de trabalho (O'Donnel & Eggemeier, 1986).

Em conformidade com Cain (2007), os critérios de seleção de tarefas secundárias que foram identificados e examinados em estudos relativos à carga de trabalho incluem: a não interferência com a tarefa primária (consome recursos semelhantes mas não interfere com a tarefa primária); facilmente aprendida e, facilmente interrompida ou adiada. De cerca de 26 classes diferentes e distinguidas por Lysaght *et al.* (1989), Cain (2007) afirma que as variáveis mais vulgares de medidas de tarefa secundária são: o tempo de reação, a variação da estimativa de tempo (*time estimation variance*), precisão e tempo de resposta (cálculo mental ou de pesquisa de memória), as taxas de detecção de sinal (*signal detection rates*), rastreamento de desempenho (*tracking performance*), quantidade de tarefas simultâneas num intervalo de tempo e, percentagem de tempo ocupado (*percentage of time occupied*).

1.6.2.3 Medidas de avaliação psicofisiológicas

Geddie *et al.* (2001) referem que a medição da carga de trabalho com técnicas de medição fisiológicas baseia-se no pressuposto de que a carga de trabalho reflete-se nas respostas fisiológicas do sistema nervoso central, do autónomo, do somático e do sistema endócrino. “ O objetivo dos métodos psicofisiológicos na avaliação da carga de trabalho mental é desenvolver medidas com propriedades bem conhecidas que podem ser aplicadas em situações específicas. Este objetivo surgiu a partir da complexidade do constructo de carga de trabalho mental e da aceitação de que não existem critérios de ouro de carga de trabalho mental” (Neuman 2002, p. 601). De acordo com Cain (2007) a psicofisiologia tenta interpretar os processos psicológicos através dos seus efeitos no estado do organismo, em vez de, através do desempenho da tarefa ou de avaliações perceptuais. Meshkati, Hancock *et al.* (1995, p. 757) sugerem que “...os métodos fisiológicos não medem a carga imposta, mas antes fornecem informação, em como os indivíduos respondem à carga imposta, e em particular, se estão aptos a lidar com ela.”

Segundo Cain (2007) os métodos mais comuns relativos às medidas de avaliação psicofisiológicas são o eletroencefalograma, o movimento do globo ocular, a frequência cardíaca e a respiração.

(1) Eletroencefalograma - Geralmente a atividade cerebral é medida através do eletroencefalograma, que revela muito pouco em relação à discriminação de padrões que possam ser atribuídos à carga de trabalho. No entanto, as técnicas de análise de

sinais podem ser utilizadas para isolar padrões específicos de ondas cerebrais que são respostas aos estímulos externos e que podem ser utilizados para medir os níveis de carga de trabalho do operador (por exemplo, Isreal, Wickswi, Chesney & Donchin, 1980). Estes padrões de ondas cerebrais que respondem aos estímulos externos são designados de Potenciais Evocados Corticais (*Evoked Cortical Potentials* - ECPs) ou Potenciais Eventos Relacionados (*Event Related Potentials*-ERPs). O eletroencefalograma é tipicamente dividido em bandas de frequência e a avaliação da carga de trabalho é feita com base na energia dessas bandas ou nas mudanças de tempo ocorridas dos ERPs.

De acordo com O'Donnell e Eggemeier (1986) e relativamente à carga de trabalho, a atenção foca-se no que está identificado como o terceiro maior pico positivo (P), cujas frequências ocorrem no período de tempo entre os 250 msec e os 500 msec (a depender da tarefa). A onda de amplitude P300 assim designada é muitas vezes denominada de P3. O'Donnell e Eggemeier (1986) indicam que os elementos que se distribuem entre os valores de 250 msec e os 500-600 msg têm estado relacionados com atividades cognitivas envolvidas no processamento de informação.

(2) Globo ocular - As medidas relacionadas com movimentos do globo ocular, como o movimento e varrimento dos olhos, a velocidade e a duração do “pisar de olhos”, o diâmetro e a dilatação pupilar proporcionam medidas diretamente relacionadas com a carga de trabalho visual (Beatty, 1982; Hallet, 1986; Kramer, 1991). De acordo com Lysaght *et al.* (1989) as medidas do movimento do globo ocular são as que têm um maior potencial como técnica de análise de carga de trabalho, dentro das técnicas fisiológicas. Geddie *et al.* (2001), indicam que a medida relacionada com o diâmetro pupilar tem demonstrado sensibilidade à carga de trabalho. No entanto e de acordo com Geddie *et al.* (2001), existem enormes restrições nas medidas de avaliação efetuadas pelo movimento do globo ocular e as variações de luminosidade, não sendo por isso um método recomendado para aplicação em campo.

Wilson (2004) observou que existe um aumento no diâmetro pupilar associado a níveis elevados de processamento cognitivo e que é sensível a mudanças rápidas de carga de trabalho, no entanto quando existe uma sobrecarga o diâmetro da pupila pode deixar de responder às mudanças ou mesmo inverter as respostas.

(3) Frequência cardíaca - Cain (2007) assegura que várias medidas relacionadas com o sistema cardiovascular, como, a frequência cardíaca, a sua variação e a pressão sanguínea têm sido apontadas como sendo sensíveis à carga de trabalho. Cain (2007) afirma que para além das dificuldades associadas às medidas de avaliação do sistema cardiovascular, a medida de variação de frequência cardíaca continua a ser estudada e a ser vulgarmente utilizada em conjunto com as medidas de avaliação da respiração para calcular o estado do operador e a carga de trabalho mental.

Mulder, Mulder *et al.* (1999) certificam que as medidas de frequência cardíaca (particularmente as de variação de frequência cardíaca entre 0.07-0.14 Hz) são sensíveis à complexidade da tarefa e ao esforço compensatório resultante de fontes de *stress*, como a fadiga e o ruído, por exemplo, mas que a cognição e a emoção podem estar fortemente associadas para se poder distinguir o efeito.

(4) Respiração - De acordo com Cain (2007) existem várias medidas ao nível do sistema respiratório que podem ser registadas, como o tempo de inspiração e expiração, o tempo completo do ciclo respiratório, o volume e a razão de fluxo de ar. “Tem sido observado um aumento da frequência respiratória à medida que o volume de ar diminui e com o aumento do *stress* e da carga de trabalho, no entanto está também muito dependente da atividade física” (Cain, 2007). De acordo com Wilson (2004), a respiração não é simplesmente um fator de ajuste nas medidas de avaliação pela frequência cardíaca, mas que as medidas da respiração proporcionam uma valiosa informação do estado do operador.

De acordo com Meister (1985) as medidas fisiológicas mais utilizadas são as que se descrevem na tabela 2, adaptada e traduzida de Meister (1985).

Tabela 2 – Medidas fisiológicas mais utilizadas, traduzida e adaptada de Meister (1985)

Sistema	Medida
Cardiovascular	Frequência cardíaca
	Variação da frequência cardíaca
	Pressão sanguínea
	Alterações elétricas na pele
Respiratório	Frequência respiratória
Nervoso	Atividade cerebral
	Tensão muscular
	Tamanho da pupila
Bioquímico	Catecolaminas

1.6.2.4 Medidas de avaliação analíticas

As medidas de avaliação analíticas da carga de trabalho assentam na simulação de modelação de carga de trabalho e, segundo Archer em 1998 (citado por Parasuraman & Rovira, 2005), os modelos analíticos baseiam-se em procedimentos que não necessitam da avaliação do operador. No entanto, em princípio, tais métodos analíticos são baseados em teorias de carga de trabalho que foram validados em estudos empíricos Parasuraman e Rovira (2005). Em conformidade com Lysaght *et al.* (1989) as técnicas analíticas são utilizadas de forma a prever a carga de trabalho no início das etapas de desenvolvimento de um sistema, onde existe uma maior flexibilidade no *design* do projeto tendo um menor impacto em termos de custos. Para além disto, as técnicas analíticas podem ainda ser utilizadas no desenvolvimento de *hardware*, para orientar, aumentar ou extrapolar as investigações efetuadas para além da utilização do operador. Em concordância com Corwin *et al.* (1989) as técnicas analíticas oferecem uma ferramenta eficaz na estimativa das exigências relacionadas com as tarefas das tripulações. Para além dos constrangimentos temporais e de custos, a abordagem analítica e de simulação, especialmente as ferramentas de modelação analítica, proporcionam uma excelente oportunidade de comparação de todas as configurações possíveis dos sistemas candidatos (See & Vidulich, 1997)

De acordo com Lysaght *et al* (1989) a taxonomia de técnicas analíticas envolve cinco categorias a saber: comparação; o parecer de especialistas; modelos matemáticos, de onde se destacam três tipos, como os modelos de controlo manual, os modelos da teoria de processamento de informação e modelos da teoria de enfileiramento (*Queuing Theory Models*); métodos de análise de tarefas; e a simulação de modelos.

Segundo Lysaght *et al* (1989) a primeira técnica, a comparação, envolve a comparação com o sistema predecessor ou de referência; a segunda técnica, o parecer de especialistas, envolve o levantamento das estimativas ou previsões da carga de trabalho, a partir dos elementos descritivos de outros operadores ou “*experts*”; os modelos matemáticos tentam a abstração e a quantificação dos aspetos relacionados com o sistema homem-máquina através da utilização formal de representações e relações matemáticas; nos métodos de análise de tarefas são descritas as tarefas individuais

baseadas na decomposição dos requisitos da missão; por último, considera-se a abordagem da simulação em computador, do desempenho humano.

Alguns exemplos de medidas de avaliação analíticas são, TAWL (*Task Analysis/Workload*), TLAP (*Time-Line analysis and Prediction*), W/INDEX (*Workload Index*), PROCRU (*Procedure Oriented Crew Model*). De acordo com Corwin *et al.* (1989) a técnica analítica designada de TLAP tem demonstrado validade e aplicabilidade na avaliação das exigências das tarefas dos tripulantes de aeronaves.

1.6.3 Vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação

Independentemente do método utilizado na avaliação da carga de trabalho mental, independentemente da técnica empregue nessa avaliação, existem sempre vantagens e desvantagens associadas aos vários métodos conhecidos de avaliação da carga de trabalho mental. A dificuldade na escolha do método apropriado às condições e ao objetivo de um estudo em particular, é acrescida pela inexistência de uma teoria uniformizada de carga de trabalho mental que, ao existir, pudesse contextualizar especificamente as medidas de avaliação apropriadas.

Na tabela 3 descrevem-se as vantagens e desvantagens dos vários métodos de avaliação da carga de trabalho mental e que resultou de uma revisão da literatura existente.

Tabela 3 – Vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação da carga de trabalho mental

Métodos	Vantagens	Desvantagens
Subjetivos	<p>Geddie <i>et al.</i> (2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elevada validade. -Custos mínimos. -Fácil implementação. -Não intrusivo quando aplicada após a tarefa. -Utilização de vídeos e de observador para classificar após a missão. -Sensível a variações de carga de trabalho. Lysaght <i>et al</i> (1989) -Podem ser aplicados a uma vasta gama de tarefas. Hart <i>and</i> Wickens (1990) 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande variabilidade entre os avaliadores. Hart e Wickens (1990) - Os resultados da avaliação podem ser influenciados pela características dos sujeitos, como atitudes relacionadas com o pré-teste, tendências individuais, erros e conjuntos de respostas. (Dyer <i>et al.</i>, 1976; citado por Geddie <i>et al.</i>, 2001) -Os sujeitos têm que se familiarizar com os métodos antes de efetuar a avaliação. Geddie <i>et al.</i> (2001) -Efeitos negativos relacionados com a memória. Geddie <i>et al.</i> (2001)

<p>Desempenho (tarefa secundária)</p> <p>Desempenho (tarefa secundária)</p>	<p>Geddie <i>et al.</i> (2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Avaliação objetiva sem interferência de fatores subjetivos. -Boa diagnosticidade quando utilizadas diferentes tarefas secundárias. -As avaliações efetuadas em escalas intercalares permitem uma melhor informação. - É possível a avaliação contínua com algumas tarefas secundárias, como por exemplo, tarefas de rastreamento (<i>tracking</i>). Hart e Wickens (1990) 	<p>Geddie <i>et al.</i> (2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os estudos com a tarefa secundária mostram alguma contradição. -A tarefa secundária pode interferir na tarefa primária podendo diminuir o desempenho na mesma. -A aceitação pelo operador é frequentemente um problema. -Os custos de implementação podem ser elevados se a tarefa secundária não for incorporada na tarefa primária. - A alocação da atenção entre a tarefa secundária e a primária pode ser instável e invalidar os resultados. -As recomendações de seleção da tarefa secundária são contraditórias. Alguns autores insistem na interferência da tarefa secundária com a primária, outros querem evitar a interferência.
<p>Psicofisiológicos</p>	<p>Geddie <i>et al.</i> (2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Avaliação objetiva sem interferência de fatores subjetivos. - É possível a avaliação contínua com vários métodos. - É possível a avaliação dos efeitos a longo prazo da carga de trabalho após operações sustentadas. -os resultados não são voluntariamente influenciados pelos sujeitos. - Vários métodos diferentes podem ser aplicados simultaneamente (Hart & Wickens, 1990). - Os métodos não interferem com a execução da tarefa. (Hart & Wickens, 1990). 	<p>Geddie <i>et al.</i> (2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alguns métodos têm exigências de implementação muito elevados. - A literatura apresenta alguns resultados contraditórios em relação à validade de grande parte dos métodos. - Podem ser influenciados por fatores físicos e emocionais. - Restrição nos movimentos do operador com a utilização de alguns métodos (por exemplo a utilização de equipamento para a análise do movimento do globo ocular). - A análise dos dados obtidos pode ser algo exigente (por exemplo com a técnica ECP).
<p>Analíticos</p>	<p>Parasuraman e Rovira (2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Permite a avaliação prévia do sistema ou do desempenho do operador. - Custos baixos ou moderados. 	<p>Parasuraman e Rovira (2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Difícil validação. - Muito geral. Pode não ser muito sensível a variações individuais e de equipa quanto ao desempenho. - Diagnosticidade baixa a moderada. Lysaght <i>et al</i> (1989).

Tabela 3 – Vantagens e desvantagens dos métodos de avaliação da carga de trabalho mental

Capítulo 2. O sistema, o piloto e o ambiente

2.1 Introdução

Neste capítulo ir-se-á descrever as características e as capacidades do sistema, ou seja da aeronave sobre a qual foi possível implementar o estudo, a importância do papel dos pilotos e a sua interação com o sistema, que se consubstancia nas tarefas e atividades associadas à execução das várias missões atribuídas e, os agentes indutores de níveis de *stress* passíveis de aumentar a carga de trabalho.

A compreensão da interação e das mútuas influências entre o trinómio sistema-piloto-ambiente e a carga de trabalho só é possível se o investigador conseguir “dissecar” ao ínfimo pormenor cada elemento de per si. Ao obter tal detalhe informacional alcançar-se-ia um nível de conhecimento bastante que tornasse mais fácil a tarefa de analisar as variações de carga de trabalho mental e os seus efeitos no desempenho das tripulações. Se cada um dos elementos do trinómio é complexo, a sua interação reflete ainda um maior nível de complexidade, resultante do somatório da complexidade de cada um deles.

O primeiro elemento, o sistema, a aeronave, desde o momento histórico em que foi concebido, até à atualidade, percorreu longas etapas de significativas alterações tecnológicas, nas suas capacidades de manobra, na velocidade, no alcance, nos complexos sistemas informacionais e de suporte de sobrevivência do piloto. O moderno avião militar, continua a evoluir, mas atingiu parâmetros tecnológicos tão elevados que limita ou diminui a capacidade humana de responder às solicitações impostas.

O outro elemento, ou seja, os pilotos são confrontados com vários agentes de *stress*, incluindo constrangimentos temporais, ameaças à segurança, aumento de níveis de ansiedade e um conjunto de outros fatores ambientais que diretamente afetam o seu desempenho (Roscoe, 1993). Aliado aos fatores externos existem também outros fatores inerentes às características individuais. A personalidade claramente influencia a forma como se reage ao *stress* (Jessen, 1995).

Se, particularmente, a aeronave, por si só constitui, pelas suas características, uma ameaça constante à capacidade de operabilidade do homem, o meio ambiente (o terceiro elemento) em que este desempenha as suas funções, adicionalmente contribui para aumentar essa ameaça. E de que forma? Pela diminuição da pressão atmosférica em altitude e conseqüente diminuição da pressão parcial de oxigénio ao nível alveolar,

provocando problemas de hipoxia; pela constante preocupação de ocorrência de descompressão, com consequências imprevisíveis; pela menor capacidade do sentido de orientação e postural no espaço, com inevitáveis situações de desorientação espacial; pelo ruído e vibrações suscetíveis de interferir na capacidade de desempenho, para referir apenas algumas.

2.2 O sistema e as suas características

2.2.1. Generalidades

De acordo com a Força Aérea Portuguesa (2011) o avião é designado de EADS C-295M, como pode ser visto na figura 14, possui dois motores do tipo turbo-hélice (Pratt & Whitney Canada PW-127G), de asa alta, fuselagem e cabine de voo pressurizadas e trem de aterragem retrátil. Esta aeronave foi construída com a finalidade de executar diversas missões distintas e que se discriminam mais à frente, com uma capacidade de transporte militar de médio e curto alcance, com a parte traseira da fuselagem equipada com uma rampa/porta hidráulica. Este avião está certificado para voar em condições de regras de voo visual (VFR) e em regras de voo por instrumentos (IFR), ou seja, em quaisquer condições meteorológicas.



Figura 14 – Aeronave C-295M (foto: Força Aérea)

Em conformidade com o manual de procedimentos de operação de socorro em aeronave C-295M (2011), este avião integra a mais recente tecnologia no meio aeronáutico através dos equipamentos que dispõe: tecnologia “*glass cockpit*”, rádios V/UHF & HF, comunicações por satélite, avisadores de proximidade de tráfego aéreo e terreno, 406 MHZ “*Emergency Locator Beacon*”, gravadores digitais e de voz (caixas negras),

sistema de posicionamento integrado (inercial e GPS), ILS CAT II e piloto automático. Na figura 15 pode-se visualizar a cabina do avião.



Figura 15 – Cabina da Aeronave C-295M (foto: Força Aérea)

A capacidade para operar em ambientes hostis, nomeadamente em situações de conflito, está apoiada em sistemas de deteção de iluminação de radar e de proximidade de mísseis, lançamento de “*chaffs e flares*”, POD de “*jamming* eletrónico”, equipamento de comunicações “seguras”, radar tático (APN-241), iluminação interior e exterior compatível com a utilização de NVG e “*armour cockpit*”.

A força Aérea dispõe de 12 aeronaves no total, sendo 7 com configuração para operações de transporte aéreo tático e 5 configuradas para missões de vigilância marítima. As aeronaves configuradas para a vigilância marítima têm uma configuração diferente e são designadas de C-295M/PG02. Existem algumas diferenças significativas em relação à versão normal: envolve um sistema designado de FITS (*Full Integrated Tactical System*) de gestão de funcionamento dos sensores que equipam a aeronave, integrando os dados obtidos e apresentando-os a um dos elementos da tripulação designado de Coordenador Tático; a existência de bolhas de observação, no total de três (duas traseiras de cada lado da aeronave e uma dianteira do lado esquerdo); uma “radome” para a antena do radar de vigilância/busca, situada na zona do ventre da aeronave; um farol para a busca; a torre do sistema eletroótico sob o nariz do avião. Algumas das diferenças assinaladas podem ser vistas na figura 16.

Das cinco aeronaves configuradas para missões de vigilância marítima, duas estão equipadas para utilizarem um Sistema de Reconhecimento Fotográfico (SRFOT). Esta versão é designada de C-295M/PG03 e permite assim, missões de vigilância e de reconhecimento.



Figura 16 – Aeronave C-295M/PG02 (foto: Força Aérea)

O C-295M tem a capacidade de operar em pistas curtas e não preparadas, em dois tipos de ambiente, amigo ou hostil, e com diversas configurações. Para além da tripulação permite transportar: 69 passageiros, 66/45 paraquedistas completamente equipados, 4 médicos e 24 macas para transporte de feridos, 5 paletes, com o máximo de peso de 8000 kg e plataformas de lançamento de carga.

2.2.2. Características

- Comprimento – 24,45 m
- Altura – 8,66 m
- Envergadura – 25,81 m
- Velocidade máxima – 570 Km/h
- Velocidade mínima – 175 Km/h
- Velocidade de cruzeiro – 410 Km/h
- Velocidade de manobra – 350 Km/h
- Alcance máximo – 3 900 Km
- Autonomia máxima – 10 horas
- Distancia de descolagem – 610 metros
- Distancia de aterragem – 320 metros

- Peso vazio – 13 000 Kg
- Peso máximo à descolagem – 23 200 Kg
- Peso máximo de carga – 9 250 Kg
- Teto máximo – 9 100 metros
- Teto de serviço - 7 600 metros
- Combustível – 7 700 litros

2.2.3. Missão

A aeronave pertencente à Força Aérea é operada pelos pilotos da Esquadra 502 - “Elefantes”, cujo lema descrito no “patch” da Esquadra, como pode ser visto na figura 17, é o seguinte: “ Sobre as asas inclitas da fama”.



Figura 17 – “Patch” da Esquadra 502 (Fonte: Força Aérea)

O elefante é incluído como sendo o componente principal do símbolo da Esquadra, cuja inspiração se relacionou com as conquistas de Aníbal, general de Cartago, em que sob condições meteorológicas desfavoráveis, atravessou os Alpes com elefantes, tendo como destino a cidade de Roma. O fundo do símbolo (terra e mar) representa o ambiente em que a aeronave desenrola as suas operações.

2.2.3.1 Tipos de missão

A missão da Esquadra 502 é a de realizar missões de transporte aéreo geral, transporte aéreo tático, apoio logístico, vigilância marítima, busca e salvamento, evacuações aeromédicas, lançamentos de tropas aerotransportadas e lançamento de carga aérea (Força Aérea Portuguesa, 2011).

Seguidamente apresentam-se e descrevem-se os diversos tipos de missão da Esquadra 502, que podem ter um enquadramento estritamente militar ou inserida nas missões designadas de interesse público. A descrição das missões baseou-se no conhecimento e experiência dos pilotos da esquadra, que contribuiram para este propósito, bem como no apoio da legislação existente.

1. Transporte aéreo geral

Este tipo de missão permite o transporte de diversos tipos de cargas e passageiros, de um determinado local para outro previamente designado para o efeito. Inclui deslocações no interior do território nacional e deslocações internacionais, com todos os procedimentos inerentes de planeamento antes de voo, como por exemplo, no caso de deslocações internacionais, as autorizações diplomáticas e de sobrevoo e aterragem. Existem exigências diferentes para os diversos tipos de cargas e passageiros a transportar. Por exemplo, no transporte de altas entidades é condição necessária a prontidão da aeronave e dos vários elementos da tripulação, duas horas antes do ETD (*Estimated Time of Departure*) no aeródromo de partida. Outro exemplo, quando é necessário carregar ou descarregar rapidamente o material transportado ou os passageiros, mantendo os motores em marcha, são utilizados os procedimentos ERO (*Engines Running Onload or Offload*), que implica um risco adicional da missão, em que o piloto comandante é o responsável pela avaliação das condições para uma operação segura (entradas e saídas da aeronave, condições de visibilidade e meteorológicas adequadas, localização na rampa de entrada e saída).

2. Transporte aéreo tático

De acordo com a NATO (*North Atlantic Treaty Organization*, 2010) o transporte aéreo tático é definido como o transporte de passageiros e carga dentro de um teatro de operações por meio de: (a) Operações aéreas, paraquedas, meios embarcados em helicóptero, desembarque no ar; (b) Apoio aéreo logístico; (c) Missões especiais; (d) evacuações aeromédicas.

3. Vigilância marítima

As missões de vigilância marítima (VIMAR) podem ser executadas em ambiente diurno ou noturno, classificando-se respetivamente, de VIMAR I e VIMAR II. Este tipo de missão destina-se a efetuar a vigilância e fiscalização no âmbito das atividades de pesca, do tráfego marítimo, das atividades ilícitas e da poluição marítima. As entidades a apoiar no cumprimento dos diversos tipos de missão serão de acordo com os pedidos realizados à Força Aérea e/ou de acordo com a legislação e protocolos existentes. Neste sentido, as entidades geralmente apoiadas nos diversos âmbitos são a Direção Geral das Pescas e Aquicultura (DGPA), o Sistema de Autoridade Marítima – Direção Geral da

Autoridade Marítima (DGAM), a Brigada Fiscal da Guarda Nacional Republicana (GNR-BF) e a Polícia Judiciária (PJ).

As missões de vigilância e fiscalização das atividades de pesca têm como objetivo o cumprimento das tarefas definidas pela DGPA e, geralmente consistem da vigilância de uma determinada área relativamente a atividades específicas que aí se desenrolam ou que, por outro lado, aí sejam proibidas.

No caso da vigilância e fiscalização do tráfego marítimo, apesar da Força Aérea não ter competências legais no âmbito do tráfego marítimo, pode ter que cumprir missões deste tipo a pedido das entidades com autoridade nesta área. O conceito de operação destas missões passará por uma fiscalização sistemática, regular e abrangente às SLOC, ou por uma fiscalização específica, eventual e dirigida a um alvo. Os objetivos incluem a deteção e monitorização de um alvo não desejado nas águas de responsabilidade nacional, que transporte mercadorias perigosas ou de outro alvo, por exemplo relacionado com a imposição de separações adequadas de tráfego marítimo que são controladas e monitorizadas pelas autoridades competentes.

As missões de vigilância e fiscalização das atividades ilícitas, são executadas a pedido de entidades com autoridade nesta área, nomeadamente a GNR-BF (Guarda Nacional Republicana - Brigada Fiscal) e a PJ (Polícia Judiciária), para fazer face a eventuais situações de imigração ilegal, contravenções aduaneiras, tráfico de drogas, tráfico de seres humanos, etc. A execução destas missões é efetuada a título pontual para responder às necessidades de uma situação específica que é limitada no tempo e exige uma ação imediata, ou a título rotineiro para responder a pedidos de execução de missões planeadas, normalmente incluídas em operações de carácter internacional.

Quanto às missões de vigilância e fiscalização da poluição marítima, normalmente são executadas a pedido da DGAM, quer em situações pontuais de lavagens de tanques, quer em situações de eventuais missões regulares de monitorização das SLOC (“*Sea Lines of Communication*”), quer em situações resultantes de acidente/incidente que impliquem a monitorização das áreas de poluição marítima. À semelhança dos outros tipos de operações enquadradas na missão de vigilância marítima, a execução destas operações é suportada pela utilização dos diversos sensores que equipam os aviões e que são empregues de acordo com os requisitos específicos da missão. Neste caso existe sempre a avaliação visual das características da mancha poluente e que pode resultar

tanto, na simples monitorização da mancha, como na orientação de meios de superfície de combate à poluição.

4. Busca e Salvamento

Vulgarmente conhecida como SAR (Search and Rescue), este tipo de missão define-se em terminologia NATO como a utilização de aeronave, meios marítimos de superfície, submarinos, equipas especiais de salvamento, utilizados para a busca e salvamento de pessoas em condições de *stress*, em terra ou no mar (*North Atlantic Treaty Organization*,2010). Neste caso específico as missões são executadas a partir de uma plataforma aérea.

“Apesar de em algumas missões o esforço prolongado dos tripulantes não ser retribuído com resultados positivos, as missões SAR são das missões mais recompensadoras e motivantes da Esquadra”. Esta frase redigida por um dos pilotos da Esquadra demonstra inequivocamente o sentimento que estas missões provocam em quem as executa. A figura 18 exemplifica o resultado final de uma busca e de um posterior salvamento ocorrido em 02 de Dezembro de 2011, de seis pescadores da embarcação de pesca "Virgem do Sameiro", que estavam desaparecidos desde o dia 29 de Novembro. A acompanhar toda a missão esteve a aeronave C-295M, que desde o dia 1 de Dezembro foi empenhada na missão de busca e salvamento a esta embarcação e que fez no total 09H25 de voo.



Figura 18 – Objeto encontrado (foto: Força Aérea)

Este tipo de missão visa essencialmente o auxílio à vida humana, logo deve ser executada tão rápida e eficientemente quanto possível. As probabilidades de deteção aumentam substancialmente e dependem da concentração da tripulação na pesquisa da

à área e numa navegação precisa. Estas exigências implicam também que a tripulação esteja em sincronia com todos os órgãos, outros meios ou elementos necessários e intervenientes numa missão SAR.

As missões SAR são executadas a partir da ativação da tripulação de alerta, ou seja a partir do momento em que existe um pedido oficial. A descolagem deve ocorrer no período de tempo estabelecido: 30 minutos (dentro das horas normais de serviço) e 2 horas (nos restantes períodos), ou conforme estipulado superiormente. Antes da saída para uma missão SAR, toda a tripulação deve ter um briefing do piloto comandante (PC), como determinado no “*checklist*” de SAR. Se a situação for urgente e que exija a descolagem imediata da aeronave, o PC e o coordenador tático (CT) recebem um *briefing* do encarregado do serviço apropriado (por exemplo, do Oficial do RCC-*Rescue Coordination Center*) enquanto os restantes tripulantes preparam a aeronave. Assim, logo que possível em voo, o PC deve dar um briefing a todos os tripulantes, no mínimo, transmitindo a seguinte informação: objetivo da busca, planeamento da busca, reporte de posição, preparação de pessoal e de equipamentos para largada aérea, preparação de *flares*, marcas de mar e de fumo, procedimentos para a pesquisa visual e atribuição individual de zonas de busca, procedimentos de avistamento, aplicabilidade de NVGs, combustível necessário, uso de FLIR/radar e de “*Search Light*” durante a busca.

O planeamento da missão (a primeira de uma sequência de fases da qualquer missão, e que serão descritas mais à frente) é uma das fases fundamentais para o sucesso da mesma. Se não forem dadas ordens específicas sobre a execução da busca, o PC em coordenação com o CT, deve avaliar a situação para cada área de busca, definir o método de busca a utilizar, estabelecer o tipo de circuito, as altitudes, as velocidades e os espaçamentos. Devem ser considerados os seguintes fatores ao determinarem-se os procedimentos para uma missão específica: Condições meteorológicas; condições orográficas se sobre o terreno; estado do mar se em ambiente marítimo; condições de luminosidade; equipamento de sobrevivência do pessoal a auxiliar; características distintivas do objetivo: tamanho, formato, cores e proeminências; estado do objetivo: atrasado, perdido, despenhado ou afundado; localização estimada do objetivo; autonomia da aeronave de busca.

Torna-se assim evidente que a especificidade de cada missão em particular, e para além dos procedimentos rígidos de segurança que devem ser cumpridos em qualquer missão, determina o grau de variabilidade entre as missões SAR.

5. Evacuações aeromédicas

A evacuação aeromédica é definida segundo diretrizes emanadas dos *Standard Agreements* (STANAGs) entre países da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), e também designada por Medevac (*medical evacuation*), como o movimento de doentes de, e entre, recursos de assistência médica por transporte aéreo. A figura 19 exhibe um meio do INEM (Instituto de Emergência Médica) pronto para proceder ao transporte do doente da ambulância para a aeronave.

As evacuações aeromédicas são executadas geralmente a partir da ativação da tripulação de alerta e a descolagem deve ocorrer no período de tempo estabelecido: 30 minutos (dentro das horas normais de serviço) e 2 horas (nos restantes períodos), ou conforme estipulado superiormente.

Esta missão exige não só a participação e coordenação dos elementos constituintes da tripulação normal, como também a equipa médica responsável pelo doente. Assim, o PC é o responsável máximo sobre todos os ocupantes da aeronave, quanto à segurança de voo, às tarefas dos tripulantes/ocupantes e a considerações operacionais, enquanto o chefe da equipa médica (CEM) é o responsável pela assistência médica, pela segurança dos pacientes e por indicar o melhor método para colocar os pacientes a bordo e de como os retirar, devendo indicar quais os procedimentos especiais a cumprir pela tripulação (altitudes de voo/cabine, vestuário de proteção dos tripulante, quarentena, medicação, etc.)



Figura 19 – Evacuação aeromédica (foto: Força Aérea)

6. Lançamento de tropas aerotransportadas

Esta missão inclui o lançamento em voo de tropas paraquedistas como pode ser visto na figura 20.



Figura 20 – Saída de paraquedistas da aeronave (foto: Orlando Freire)

Os lançamentos podem ser executados durante o dia ou durante a noite, a várias altitudes de voo, a depender do objetivo da missão, e podem ocorrer com a utilização ou não, de sistemas auxiliares de sobrevivência, como é o caso do uso de oxigénio pelos tripulantes e pelos paraquedistas, como se pode ver na figura 21. Os lançamentos podem ser realizados de forma automática (tiras de extração) ou de forma manual: HAHO (*High Altitude-High Opening*) ou HALO (*High Altitude-Low Opening*). Em ambas as técnicas, HAHO e HALO o paraquedista após um determinado tempo em queda livre, abre o seu paraquedas, respetivamente a grande altitude, ou a baixa altitude, consoante o objetivo a atingir.



Figura 21 – Paraquedistas e um fisiologista de voo equipados com sistemas de oxigénio (foto: Orlando Freire)

Para que parte da missão seja executada é necessário que a rampa da aeronave se abra à altitude desejada para o lançamento e que se cumpram todos os procedimentos de

segurança que envolve esta missão. Os lançamentos realizados a altitudes não fisiológicas (altitudes para as quais o ser humano não está preparado para sobreviver), para além dos problemas relacionados com a diminuição da pressão parcial de oxigénio ao nível dos alvéolos pulmonares e que pode originar hipoxia, também existem os problemas das doenças por descompressão e das temperaturas muito baixas no interior da aeronave. Estas potenciais situações são fatores indutores de *stress*, alguns deles extremamente perigosos e que são passíveis de colocar em risco de vida não só a tripulação como também os paraquedistas. Estes e outros fatores de *stress* irão ser descritos mais à frente, pois podem ter um impacto significativo na carga de trabalho mental dos pilotos.

7. Lançamento de carga aérea

Esta missão inclui o lançamento/extração de carga em voo. Existem três métodos, de lançamento de carga aérea vulgarmente utilizados em operações militares: extração, por gravidade e, “*door bundle*”. Entenda-se por método, como sendo a forma em como a carga é lançada da aeronave. No processo de extração, a carga é retirada da aeronave através de um paraquedas conhecido como paraquedas extrator e que a “puxa” para fora da aeronave; por gravidade quando a variação na atitude da aeronave provoca a saída da carga pela força da gravidade; o “*door bundle*” é o método mais simples de lançamento e resulta da ação do “*loadmaster*”, que empurra a carga pela respetiva rampa de lançamento.

Quanto aos tipos de lançamento, referindo-se à forma como a carga vai descendo até atingir o solo, pode ser de três tipos: lançamento de velocidade baixa (*low-velocity airdrop*), em que existe um paraquedas com a função de diminuir a velocidade o mais possível para que os efeitos do impacto no solo sejam minimizados; o lançamento de grande velocidade (*high-velocity airdrop*) em que a existência de um paraquedas permite a estabilização na queda da carga. Uma variação deste tipo de lançamento é designada de LAPES (*Low Altitude Parachute Extraction System*) em que a aeronave quase que executa um “*toca-e-anda*” (*touch-and-go*) e a carga é ejetada a uma altitude muito baixa, como pode ser visto na figura 22; por último, o lançamento em queda livre, onde não existe paraquedas que estabilize ou diminua a velocidade.



Figura 22 – Lançamento de carga aérea (foto: airbus military)

8. Reconhecimento e fotografia aérea

As missões de reconhecimento aéreo são essencialmente ações de reconhecimento fotográfico, vertical e oblíquo de alvos predefinidos ou com interesse militar. Para a concretização deste tipo de missão são utilizados os equipamentos de reconhecimento adequados e existentes na aeronave que permitem várias áreas de intervenção. Os requisitos da missão e o ambiente da área de operações definirão o tipo de reconhecimento a efetuar. Indicam-se a seguir, alguns exemplos de aplicação prática da missão: operações militares; cartografia topográfica e temática, planeamento urbanístico e ordenamento do território; planeamento, estudos de implantação e acompanhamento de projetos de engenharia; controlo e preservação do património; levantamento e avaliação de danos causados por catástrofes; controlo do meio ambiente; apoio a estudos de índole científica; outras, em que a fotografia aérea funciona como meio de prova.

2.3 O piloto

2.3.1 Definição da profissão

Em conformidade com o estipulado no Manual da Classificação Portuguesa das Profissões de 2010 (CPP, 2010) o oficial piloto aviador, pertence ao grande grupo das profissões das Forças Armadas e compreende as tarefas e funções especializadas do oficial piloto aviador (superior, capitão, subalerno, etc.) que consistem, particularmente, em: pilotar aeronaves atribuídas à Força Aérea, comandar unidades base, comandar unidades aéreas, chefiar em estados-maiores ou direcção superior especializada.

Por outro lado, o mesmo manual, diferencia o piloto militar, do piloto civil, enquadrando-o no grande grupo de técnicos de nível intermédio e que define as suas tarefas e funções, consistindo particularmente em: pilotar e operar aeronaves de acordo com as regras da operação e controlo estabelecidos; preparar e apresentar o plano de voo ou analisar o plano de voo padrão; controlar equipamentos (mecânico, eléctrico ou electrónico) e assegurar que os instrumentos e aparelhos de controlo trabalham de forma adequada; aplicar conhecimentos dos princípios e práticas da pilotagem para identificar e resolver problemas; analisar registos de manutenção e dirigir inspecções, para assegurar que a aeronave está em boas condições mecânicas, que a manutenção foi realizada e que todo o equipamento está operacional ; assinar os certificados necessários e manter os registos oficiais do voo; obter instruções e autorizações antes do voo e manter contacto durante o voo com sistema de controlo de tráfego aéreo

Independentemente de ser piloto militar ou piloto civil, das qualificações específicas e das funções que desempenham, algumas tarefas são transversais, quer ao militar, quer ao civil. Interessa pois, no âmbito deste trabalho descrever basicamente as fases de treino, as qualificações, as funções e as tarefas do piloto militar, que lhe permite, tal como definido no CPP (2010), pilotar aeronaves atribuídas à Força Aérea.

2.3.2 Fases de treino

De acordo com o PDINST 144-42 volume IV-C de 2006, o programa de curso de instrução de pilotagem, e atendendo à sua duração, especificidade e objetivos de formação, encontra-se subdividida nas fases seguintes: o estágio de seleção de voo; uma componente teórica; a fase I – fase de instrução elementar de pilotagem; a fase II – fase de Instrução básica de Pilotagem; e a fase III – fase de instrução avançada de pilotagem.

O PDINST 144-26 (A) de 2011 estabelece que a fase de instrução elementar e básica em avião inicia-se após o aproveitamento do aluno piloto na fase dedicada à componente teórica que a antecede. O curso completo tem uma duração aproximada de 10 meses, repartidos por instrução teórica preparatória de antes do início da atividade aérea, por instrução teórica durante a atividade aérea e pelo cumprimento das missões de voo e de simulador. Os requisitos mínimos para ter aproveitamento no curso são 130:35 horas de voo das quais 14:20 horas de voo em modalidade de “voo solo” (a voar sozinho).

No final destas fases existe uma fase específica que se divide em três vertentes: helicópteros, transportes e caças. Ou seja, é uma fase de adaptação do piloto em adaptação (PA) e tem como objetivo conferir alguns conhecimentos e experiência de voo inerentes às esquadras onde posteriormente irá ser colocado. A duração da fase específica, neste caso, para aviões de transporte, é composta por uma parte teórica e uma prática (cerca de 12:30 horas de voo).

A última das fases corresponde à fase avançada, neste caso particular, de multimotores e que estabelece os requisitos necessários para a sua realização e aproveitamento. Assim, o curso tem também uma componente teórica e uma componente prática, e só será dado como concluído aos alunos que efetuem cerca de 33 horas de voo, distribuídas por vários conteúdos.

2.3.3 Qualificações e funções

O programa de qualificação na aeronave C-295M pressupõe várias etapas no progresso do PA e define a estrutura e o conjunto de qualificações que permitem aos tripulantes adquirir o domínio técnico da aeronave e a doutrina aérea específica para iniciarem a atividade aérea operacional. Assim, e após ter terminado a fase avançada, já descrita anteriormente, o PA obtém a qualificação de copiloto (CP). A qualificação de CP permite-lhe realizar algumas missões operacionais, sendo que o processamento de qualificação em todas as missões da esquadra é um processo definido, progressivo e faseado. A função do copiloto é a de dirigir, executar e planejar ações diretamente relacionadas com o voo, seja a sua execução ou planeamento (Força Aérea Portuguesa, 2011).

Para a qualificação da função de PC, o CP tem que reunir vários requisitos a saber: para além de outros requisitos operacionais, tem que efetuar um curso de adaptação ao lugar esquerdo (lugar normalmente ocupado pelo PC) e tem que ter 200 horas de voo em C-295M ou 100 horas com experiência anterior; ser proposto pelo Comandante de Esquadra ao Comandante da Base para assumirem a função de PC. A função do PC é dirigir, executar e planejar ações diretamente relacionadas com o voo, seja a sua execução ou planeamento. Como comandante da aeronave é o responsável máximo pelas tomadas de decisão que diretamente irão influenciar o desenrolar da missão (Força Aérea Portuguesa, 2011).

Todo o percurso, quer das qualificações operacionais, quer das qualificações para a função está basicamente relacionado com a experiência adquirida na aeronave e que se resume de uma forma geral às horas de voo totais. Daqui resulta que os pilotos comandantes, de uma forma geral, têm mais horas de voo e conseqüentemente mais experiência.

2.3.4 As tarefas versus fases da missão

Antes de proceder à descrição das tarefas inerentes aos pilotos, apresenta-se uma definição simples de tarefa e de atividade, de modo a que se possa entender especificamente o significado de cada uma delas, pois frequentemente existem algumas discrepâncias de entendimento. De acordo com Leontiev em 1976 (citado por Castillo 2005), a tarefa é “um objectivo a alcançar em determinadas condições”. Ou por outras palavras e de uma forma elementar, a tarefa indica o que o operador deve fazer. Entende-se por tarefa “aquilo que se apresenta ao trabalhador como um dado” (Montmollin, 1990), como por exemplo, as instruções de programação de um equipamento de bordo, como o *Flight Management System* (FMS); quais os passos a executar numa situação específica de emergência; que procedimentos têm que ser realizados numa condição de desorientação espacial em voo, etc.

Segundo Lacomblez (1996) “a actividade constitui um processo complexo, original e evolutivo que o trabalhador utiliza para se adaptar à tarefa, aos constrangimentos, mas também, por vezes, para transformar a própria tarefa”. No conceito de atividade, o operador põe em prática, ou seja, desenvolve ações físicas e mentais, de forma a desempenhar as tarefas necessárias, face aos constrangimentos inerentes da situação.

Os conceitos de tarefa e atividade estão interligados, pois de acordo com Montmollin (1990), “Uma tarefa sem actividade correspondente é comparável a máquinas paradas ou a impressos guardados numa gaveta. Uma actividade não relacionada com uma tarefa pode ser comparada a gestos e palavras que perdem todo e qualquer significado, não só para o ergónomo [...] mas também para o próprio trabalhador, que nada pode fazer se nada tiver que fazer.”

Neste contexto e para o desempenho das tarefas, o piloto dispõe de três níveis de processamento para três níveis de desempenho: *perceptual skill*, definido como, o nível de proficiência para discriminar, codificar, interpretar e classificar os estímulos

(Welford, 1976); *motor skill*, definido como a capacidade de efectuar tarefas que exijam movimentos complexos ou coordenação física (Mackintosh & Colman, 1995); e por último, *cognitive skill*, numa das definições existentes e preconizadas por Welford (1976), como uma ligação entre a percepção e a acção e concentrada na transformação da percepção em resposta, através de decisões adequadas. E que tarefas são estas que necessitam destes três níveis de processamento? De acordo a Federal Aviation Administration (1993), as tarefas básicas relacionadas com a carga de trabalho do piloto, são as seguintes: pilotar (controlar a trajetória de voo); prevenir colisões; navegar; comunicar; operar e monitorizar os motores e sistemas da aeronave; tomar decisões de comando.

Partindo da análise anterior para uma um pouco mais detalhada, e não procurando pormenorizar as tarefas a uma dimensão micro, a descrição das tarefas dos pilotos que se apresenta seguidamente, resulta particularmente da consulta de vários documentos relacionados, (ver Browning, F.R. *et al*, 1973; Research Integrations Incorporation, 2003; PDINST 144-42 volume IV-C, 2006), e acentua essencialmente da revisão dessa literatura que foi apresentada pelo autor aos pilotos da esquadra e que assume o formato final exposto, relacionando-se as tarefas com as várias fases de voo e que constituem a missão no seu todo. Na figura 23 pode-se visualizar as diferentes fases da missão e em que situação ocorrem.











ONDE OCORRE	Artes de voo/ esquadra	Artes, durante e após rolagem	Na subida para a decolagem	Em voo/ atitude de subida	Em voo e a depender do tipo de missão (altitude, tipo de manobras, requisitos operacionais)	Em voo/ atitude de descida	Em voo/ Antes de aterrar	Quando as rodas tocam na pista e ao longo da pista	Da pista para a zona de estacionamento	Após voo/ esquadra
										
FASES DA MISSÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figura 23 – Fases da missão

As fases da missão estão representadas numericamente e correspondem respetivamente às seguintes nomenclaturas e tarefas associadas:

1. Planeamento da missão

- Preparar o voo adequado ao tipo de missão
- Preparar as ações táticas a desenvolver durante o voo
- Seleccionar a rota, altitudes e tipo de controlo em voo de cruzeiro
- Participar/conduzir o briefing da missão
- Preparar e verificar o plano de voo
- Planear o combustível (para rolagem, “trip fuel”, de segurança, para alternante, de reserva)
- Executar o planeamento apropriado de acordo com o perfil da missão, incluindo os dados para a descolagem, subida, rota, descida, aproximação e aterragem.
- Planear o perfil da missão ou missões alternantes
- Executar os cálculos de desempenho operacional da aeronave
- Verificar os dados de massa e centragem da aeronave

2. Verificação antes de voo

- Inspeccionar/verificar/colocar equipamento de voo adequado à missão
- Verificar livro da aeronave
- Efetuar inspeção antes de voo (interior e exterior)
- Efetuar procedimento para arranque dos motores
- Executar procedimentos após por em marcha os motores
- Rolar até à posição de alinhar
- Completar as verificações de rolagem e antes de descolagem
- Executar as comunicações com outros elementos antes de descolar (controlador de tráfego aéreo, outros elementos da tripulação, etc.)

3. Descolagem

- Executar procedimentos de descolagem
- Manter o controlo da aeronave pela verificação do seu desempenho

- Executar as verificações necessárias após descolagem

4. Subida

- Executar procedimentos de subida
- Manter controlo básico da aeronave
- Verificar parâmetros de voo (altitude, velocidade, regime de rotação dos motores, etc.)
- Efetuar as comunicações verbais com as entidades de controlo de tráfego aéreo e com a tripulação

5. Em rota/manobras táticas

- Manter o controlo básico da aeronave
- Executar procedimentos táticos adequados ao tipo de missão (adicionando/eliminando manobras adequadas)
- Manter a orientação espacial com ou sem ajudas de referências visuais no solo (ver/evitar obstáculos em voo VMC; efetuar inter verificação dos instrumentos da aeronave quando a voar em condições IMC)
- Planear em voo, ajustando os procedimentos necessários ao voo, tendo em atenção limitações de tempo de voo, de combustível, meteorologia, emergências, etc.
- Executar procedimentos de navegação adequados às circunstâncias de voo ou do tipo de missão
- Executar manobras através dos instrumentos
- Monitorizar e interpretar a informação proveniente dos sistemas de voo
- Selecionar/ introduzir dados nos sistemas de voo
- Efetuar navegação terreno por pilotagem rumo e tempo

6. Descida

- Executar procedimentos de descida
- Manter controlo básico da aeronave
- Monitorizar sistemas de voo

- Comunicar com as entidades de controlo de tráfego aéreo e com os membros da tripulação como requerido

7. Aproximação final

- Executar procedimentos de aproximação
- Manter o controlo básico da aeronave
- Permanecer orientado no espaço
- Verificar parâmetros de voo
- Monitorizar sistemas da aeronave

8. Aterragem

- Controlar os parâmetros de voo para aterragem
- Executar uma aterragem normal, tocando na atitude correta e na zona de aterragem definida
- Controlar a aeronave para manter o alinhamento da faixa
- Executar procedimentos de diminuição de velocidade após aterrar até à rolagem
- Efetuar as verificações após aterrar

9. Rolagem e estacionamento

- Executar procedimento de rolagem da aeronave, da pista para a zona de estacionamento adequando a velocidade e configuração
- Verificar e seguir a rota de rolagem adequada
- Executar procedimentos para estacionar a aeronave
- Efetuar os procedimentos de paragem dos motores utilizando o *checklist*

10. Debriefing

- Efetuar as tarefas após o voo (registar no livro do avião, preencher documentos relativos ao voo, etc)
- Efetuar o *debriefing* à tripulação

Ao longo da missão, e em qualquer uma das suas fases, existe uma carga de trabalho mental associada às tarefas impostas ao piloto. Como já mencionado anteriormente esta

carga de trabalho nominal não é igual em todas elas e também é afetada, diminuindo ou aumentando, a depender de inúmeros fatores quer sejam internos ou externos, com um potencial impacto negativo no desempenho do piloto.

2.4 O Ambiente

O ambiente dinâmico e tridimensional em que o piloto desenvolve as suas atividades é só por si um dos fatores indutores de elevado *stress* e que potencia o aumento da carga de trabalho mental. As situações desenroladas no ambiente aeronáutico são consideradas complexas. De acordo com Amalberti em 1996 (citado por Grau, 2001), a complexidade de uma situação envolve várias dimensões:

- A tarefa e as suas características,
- O conhecimento necessário para completar a tarefa e,
- A dificuldade experimentada pelo piloto para implementar o conhecimento necessário de forma a cumprir os objetivos da tarefa.

Orasasu (1993), descreve uma situação complexa como uma situação caracterizada por: problemas mal estruturados; ambiente incerto e dinâmico; objetivos que mudam, mal organizados e concorrentes; circuitos de ação/*feedback*; pressão temporal (*time stress*); riscos elevados; múltiplos atores; e objetivos e padrões organizacionais.

De acordo com Amalberti em 1996 (citado por Grau, 2001), distingue entre dois tipos de riscos: riscos objetivos externos, ilustrando a probabilidade de ter um acidente, ou falhar a missão, e os riscos subjetivos internos, específicos ao piloto e representando o seu receio de não saber como desempenhar a tarefa, ou não poder controlar a situação. O risco é outro elemento que aumenta a carga de trabalho e o *stress* (Grau, 2001).

Mesmo em contexto de paz, a atmosfera militar é caracterizada pela crise, pelo perigo e pelo *stress*, pois muitas vezes as operações de treino são executadas em ambientes hostis, que envolvem a utilização de equipamentos complexos e caros (Johnson, 1991).

Indiscutivelmente que o ambiente em que o piloto cumpre a sua missão é adverso, é complexo, é dinâmico, é incerto, pressupõe riscos, é fisiologicamente agressivo, suscetível de lhe aumentar a carga de trabalho mental e ao mesmo tempo paradoxalmente subtil que lhe induza uma diminuição.

Numa abordagem às fontes de *stress* ambientais que colocam exigências fisiológicas ao tripulante, em seguida apresentam-se alguns “agentes agressores” com uma influência

direta ou indireta, consoante faz parte integrante do ambiente ou pelos efeitos das consequências da sua manifestação (por exemplo, uma emergência devido a despressurização da cabina).

2.4.1 Atmosfera terrestre: constituição e zonas fisiológicas

O ambiente de operação das aeronaves (atmosfera terrestre) tem características específicas que permitem a sua progressão a várias altitudes de voo. Mas a sua operação só é possível se o tripulante ou tripulantes que a operam permanecerem em condições ambientais que lhes permita a sua sobrevivência e mantendo as suas capacidades cognitivas e motoras a um nível adequado para um desempenho em segurança. Estas condições são mantidas no interior da aeronave através de sistemas que permitem adequar as necessidades do organismo e manter em funcionamento as funções vitais dos sistemas que o compõem. Para que isso ocorra é fundamental que exista um ambiente respirável, ou seja com níveis de oxigénio apropriados, que se mantenha uma temperatura ambiental adequada e que se conserve a pressão atmosférica em determinados valores. As cabinas designadas de pressurizadas são um “invólucro de segurança” do tripulante, pois mantêm todos os requisitos anteriores defendendo-o das agressões exteriores, ou seja, das características da atmosfera terrestre. “ A forma e o funcionamento da atmosfera terrestre é fundamental para a operação de todos os aviões- militares e civis, de asa fixa ou helicópteros- influenciando o desempenho e com potenciais perigos para os seus ocupantes.” (Gradwell, 2006, p.3)

De acordo com o *Theoretical Knowledge Manual - Human performance & Limitations* (2002), o ar que constitui a atmosfera é composto por uma mistura de gases, em proporções relativamente constantes até cerca dos 60.000 pés de altitude. Os gases são, o oxigénio (20.94%), o nitrogénio (78.08%), o CO₂ (0.03%) e outros gases (1%), como o néon, hélio, kriptón, hidrogénio e xénon.

Um dos conceitos importantes das características físicas da atmosfera é o conceito de pressão atmosférica. Segundo o *Theoretical Knowledge Manual - Human performance & Limitations* (2002), a pressão atmosférica ou barométrica é o peso combinado de todos gases que envolvem a Terra, podendo ser medida em várias unidades como por exemplo, em milímetros de mercúrio (mmHg). Existe uma diminuição da pressão atmosférica com o aumento da altitude. Esta diminuição não é linear, ou seja, a níveis

mais baixos o seu decréscimo é mais acentuado, do que a altitudes mais baixas, como pode ser visualizado na tabela 4 adaptada de Gradwell (2006), onde se relaciona a altitude com a pressão atmosférica e com a temperatura.

Tabela 4 – Atmosfera standard internacional de acordo com a ICAO (International Civil Aviation Organization) (1964), adaptada de Gradwell (2006)

Altitude		Pressão (mmHg)	Temperatura (°C)
pés	metros		
0	0	760	+15.0
1000	305	733	+13.0
2000	610	706	+11.0
3000	914	681	+9.1
4000	1219	656	+7.1
5000	1525	632	+5.1
10000	3048	523	-4.8
15000	4572	429	-14.7
20000	6096	349	-24.6
25000	7620	282	-34.5
30000	9144	226	-44.4
35000	10668	179	-54.2
40000	12192	141	-56.5

Para que se compreenda os efeitos fisiológicos associados ao voo e o risco acrescido da exposição ao ambiente externo torna-se imperativo descrever as zonas fisiológicas da atmosfera e que são três: a zona fisiológica, a zona fisiológica deficiente e a zona equivalente ao espaço, de acordo com o *Undergraduate Flying Training – Aerospace Physiology* (1993).

A zona fisiológica estende-se desde o nível do mar até aproximadamente aos 10000 pés (3048 m) ou aos 12000 pés (3658 m) e nesta zona o organismo humano está adaptado às condições. Por outras palavras, significa que o tripulante pode voar numa aeronave não pressurizada até esta altitude sem ter necessidade de utilizar equipamentos auxiliares de sobrevivência, como os sistemas de oxigénio. Apesar da pressão parcial de oxigénio baixar no organismo (ao nível essencialmente dos alvéolos pulmonares onde se efetuam as trocas gasosas), os mecanismos compensatórios do organismo mantêm os níveis normais de oxigénio. Os problemas fisiológicos associados nesta zona estão

relacionados com as dificuldades de equalização entre a variação de pressão externa (altitude-subidas e descidas) e as pressões internas do organismo (ao nível do ouvido médio e dos seios peri nasais), podendo originar barotraumas. Para além disto podem surgir a ocorrência de dores de cabeça, tonturas e alguma dificuldade na respiração (*Theoretical Knowledge Manual - Human performance & Limitation*,2002).

Em conformidade com o *Undergraduate Flying Training – Aerospace Physiology* (1993), a zona fisiológica deficiente situa-se entre os 10000 pés e os 50000 pés, sendo precisamente nesta zona onde ocorre a maioria dos voos. Pela redução da pressão atmosférica e conseqüentemente pela redução da pressão parcial de oxigénio ao nível alveolar, não existe oxigénio disponível para sustentar as funções fisiológicas normais em que a temperatura e a pressão atmosférica também diminuem.

Se estas condições são incompatíveis com a sobrevivência do ser humano, houve necessidade de dotar as aeronaves de sistemas que, como já foi referido, permitem que o tripulante voe estas altitudes reais, sem estar exposto às circunstâncias adversas da atmosfera. Os sistemas de pressurização ou a pressurização da cabina é o método mais eficiente de proteção do ambiente hostil de grandes altitudes, minimizando os efeitos das doenças por descompressão, da hipoxia e da fadiga (*Undergraduate Flying Training – Aerospace Physiology*,1993). O tripulante encontra-se assim dentro da cabina a uma altitude aproximadamente entre os 6000 a 8000 pés, vulgarmente designada de altitude de cabina, independentemente da altitude real a que a aeronave está a voar.

A zona equivalente ao espaço situa-se acima dos 50000 pés e os problemas fisiológicos nesta zona são essencialmente os mesmos que ocorrem no espaço. A necessidade de os tripulantes utilizarem cabinas estanques ou fatos pressurizados está relacionada com a chamada *Linha de Armstrong* (situada entre os 62000 e os 63500 pés de altitude). A estas altitudes existe o problema da ebulição (vaporização do vapor de água dos tecidos) e que no organismo humano os efeitos são destruidores devido aos denominados “fluidos corporais expostos” (lágrimas, saliva e gases húmidos) que conseqüentemente entram em ebulição.

2.4.2 Hipoxia

A hipoxia é definida como sendo a inexistência de um adequado fornecimento de oxigénio aos tecidos, quer seja em quantidade quer em concentração molecular

(Gradwell, 2006). O ser humano é extremamente sensível e vulnerável aos efeitos de privação de oxigénio e a hipóxia extrema quase sempre resulta numa rápida deterioração da maioria das funções do organismo; eventualmente pode originar a morte (Gradwell, 2006). Esta redução de oxigénio torna-se aparente acima dos 10000 pés e no âmbito aeronáutico deve-se essencialmente a uma despressurização da cabina (*Theoretical Knowledge Manual - Human performance & Limitation*, 2002), a subida em altitude sem oxigénio suplementar e a uma falha do equipamento de oxigénio em termos de fornecimento com adequada concentração ou pressão (Gradwell, 2006).

Existem quatro tipos diferentes de hipoxia podendo ser classificadas de acordo com o mecanismo primário afetado. Apenas se refere um destes tipos, uma vez que está diretamente relacionado com a altitude, como é o caso da hipoxia hipoxica, ou seja, a uma diminuição de saturação de oxigénio na hemoglobina (Wirth & Rumberger, 2009).

De acordo com Wirth e Rumberger (2009) existem quatro zonas de hipoxia de acordo com as alterações fisiológicas no tripulante e que se indicam de seguida:

- Zona fisiológica eficiente – estende-se desde o nível do mar até aos 3000 metros. As alterações fisiológicas são mínimas em que existe a total capacidade de desempenho na atividade normal.
- Zona de completa compensação – a sua altitude situa-se entre os 3000 metros até aproximadamente os 4500 metros. A saturação de oxigénio na hemoglobina desce dos 87% para os 80%, provocando um efeito compensatório de aumento do ritmo cardíaco e da respiração em repouso. A eficiência é reduzida para cerca de 25%.
- Zona de incompleta compensação – dos 4500 metros até aproximadamente os 7000 metros. A saturação de oxigénio na hemoglobina diminui para cerca de 65-70% e mesmo em repouso os sintomas psico-motores aumentam consideravelmente.
- Zona crítica – inicia-se acima dos 7000 metros e, acima dos 8000 metros toda a capacidade física e mental se degrada muito rapidamente. Entre 3 a 5 minutos a capacidade de julgamento e de coordenação normalmente deteriora-se podendo ocorrer inconsciência.

A variabilidade humana em termos de sintomatologia é enorme, desde a reação individual ao número de sintomas experimentados até à duração desses mesmos

sintomas. Logo, a capacidade de resistência de um tripulante a uma situação de hipoxia depende de vários fatores não sendo de forma alguma linear e igual para todos os tripulantes expostos às mesmas condições.

De acordo com Gradwell (2006), acima dos 20000 pés e a respirar ar atmosférico os sintomas de hipóxia hipóxica aguda que se podem manifestar, sumariamente são os seguintes: alterações de personalidade, diminuição de percepção, perda de discernimento, perda de auto-crítica, euforia, perda de memória, descoordenação mental, descoordenação muscular, perda de sensibilidade, cianose, hiperventilação, semi-consciência, inconsciência e morte.

Uma variedade de fatores influenciam a tolerancia individual à hipoxia como já foi referido e que dependem do proprio individuo, da situação, do estado de saúde e de diversas fontes de *stress* (Wirth & Rumberger, 2009).

A capacidade de resposta atempada, significa que o tripulante tem que estar “consciente” do que o afeta e de que forma pode reagir. Segundo Wirth e Rumberger (2009) o tempo de consciência útil (*Time of Useful Consciousness – TUC*) é definido como, o momento a partir do qual o fornecimento de oxigénio é interrompido até à altura em que o tripulante é incapaz de executar as ações exigidas para o efeito; é o tempo disponível para o piloto reconhecer a progressão da hipoxia e fazer algo (*Theoretical Knowledge Manual - Human performance & Limitation*,2002). Na tabela 5, adaptada de Reinhart (1992) pode ser visto o tempo de consciência útil em função da altitude.

Tabela 5 – Tempo de consciência útil e altitude, adaptado de Reinhart (1992)

Altitude		TUC
Pés	Metros	
18000	5486	20-30 min
22000	6706	10 min
25000	7620	3-5 min
28000	8534	2.5-3 min
30000	9144	1-2 min
35000	10668	30-60 seg
40000	12192	15-20 seg
43000	13106	9-12 seg
50000	15240	9-12 seg

Este tempo é afetado por vários fatores como, a altitude em que o oxigénio começa a decrescer, a experiência do piloto em lidar com a hipoxia, com carga de *stress* e carga

de trabalho e com a condição física em geral. Se o tripulante não reagir a tempo pode surgir a morte em poucos minutos. A privação de oxigénio ao nível cerebral em cerca de três minutos tem consequências irreversíveis.

2.4.3 Doenças por Descompressão

Ao aumentar o teto das atuais operações aéreas existe um aumento do perigo associado à exposição em altitude e consequente incidência de sintomas de doenças por descompressão (Welsh, 2001). As doenças por descompressão estão associadas ao nitrogénio que deixa de estar em equilíbrio no organismo e sai do seu “ambiente” para evoluir para outras áreas do organismo, quando a pressão atmosférica é substancialmente reduzida. Em circunstâncias normais quando se respira o ar atmosférico ao nível do mar, o sangue fica saturado de nitrogénio. Se a pressão atmosférica diminui como consequência do aumento da altitude o sangue fica super saturado de nitrogénio. Parte deste nitrogénio pode sair da solução em que se encontra, sob a forma de bolhas de nitrogénio que se vão alojar em vários locais mais ou menos críticos do organismo (*Theoretical Knowledge Manual- Human Performance and Limitations* (2002). As *decompression sickness* (DCS), como também são conhecidas, são definidas como os efeitos produzidos pela evolução dos gases nos tecidos e fluídos do corpo. A designação das DCS e de acordo com o *Theoretical Knowledge Manual- Human Performance and Limitations* (2002), assumem vários tipos: *bends* (as bolhas formam-se nas articulações, junções e uniões dos ossos); *creeps* (na superfície da pele); *chokes* (no sistema respiratório); *staggers* (ao nível do ouvido interno) e; manifestações neurológicas (desenvolvem-se no cérebro e/ou espinal medula). A depender do caso específico assim a gravidade é menor ou maior, estando associada à morte em situações de maior gravidade quando não revolido de imediato.

A probabilidade de ocorrência de DCS aumenta com a exposição a altitude acima de 25000 pés, no entanto a exposição acima de 18000 pés por períodos de tempo consideráveis aumenta o risco associado. A sua ocorrência abaixo dos 14000 pés é praticamente nula.

Os sistemas de pressurização minimizaram o seu aparecimento mas o sistema pode ter falhas expondo os tripulantes a baixas pressões barométricas, ou então devido a uma depressurização rápida. Os riscos associados às DCS são ainda maiores quando na execução de missões de lançamento de paraquedistas com utilização de oxigénio

(normalmente acima dos 18000 pés), os pilotos do C-295M e restante tripulação ficam expostos a baixas pressões atmosféricas quando da abertura da rampa de lançamento.

2.4.4 Ruído

O ruído pode ser definido como sendo um som que seja desagradável, que provoque distração ou indesejado (Rood & James, 2006). Esta definição é obviamente subjetiva no seu conceito, pois a sensação de desagradável ou indesejado, depende de características individuais. Apenas são referidos os efeitos do ruído dentro da aeronave.

De acordo com Rood e James (2006) as fontes de ruído no interior do avião têm várias origens e apesar do mecanismo da audição humana ser bastante tolerável a determinadas intensidades de som, a sua tolerância é excedida em muitas aeronaves, com os seguintes potenciais efeitos: as comunicações (o falar e outros sinais auditivos) podem degradar-se; a audição pode-se danificar temporariamente ou permanentemente; o ruído, sendo um agente de stress, pode interferir com as tarefas de voo; pode induzir em vários níveis de fadiga.

Num estudo efetuado e referenciado por Rood e James (2006) verificou-se que com o aumento dos níveis de intensidade do ruído em duas situações diferentes, uma em que o piloto apenas respondia ao estímulo auditivo apresentado e a outra em que simultaneamente efetuava uma tarefa de varrimento (*tracking*), o tempo de resposta aumentou na dupla tarefa. O tempo de resposta é afetado pela razão do sinal/som e pela adição de outra tarefa, por exemplo existe uma competição pelas capacidades mentais disponíveis, entre os requisitos exigíveis das atividades normais de controlo da aeronave e as de processamento das comunicações. Esta competição, de acordo com Rood e James (2006), é agravada pelo aumento do nível de intensidade do ruído e não é certamente uma surpresa que o resultado seja fadiga e irritabilidade provocado pelo aumento da carga de trabalho.

A tabela 6, adaptada e traduzida de Eckenrode e Abbot em 1950 (citado por Boff & Lincoln, 1988) descreve os efeitos da exposição contínua ao ruído relativamente ao processo de comunicação e nível de conforto no interior de uma aeronave.

Tabela 6 – Intensidade de som em relação ao conforto e comunicação, adaptado e traduzido de Eckenrode e Abbot (1950), citado por Boff e Lincoln(1988)

Intensidade de som (dB)	Conforto	Comunicação
0-60	Muito confortável	Normal
60-80	Confortável	Necessário aumentar voz
80-90	Aceitável	-
80-100	-	Muito difícil
90-100	Ruidoso	-
100-115	Muito ruidoso	Necessário gritar
>115	-	Impossível
115-125	Desconfortável	-
>125	Doloroso	-

2.4.5 Vibração

A vibração é definida como o movimento que repetidamente alterna em direção. A vibração geralmente é transmitida ao piloto pelo contacto direto com a estrutura da aeronave que vibra ou transmitida pelo ar, se numa determinada frequência é sentido como um som, noutras (subsónicas) podem ter outros efeitos fisiológicos (Stott, 2006).

Grandes níveis de vibração podem ser encontrados em termos de aviação, principalmente em helicópteros e aviões de asa fixa em voos a baixa altitude (*low-level*) devido à turbulência do ar. Os efeitos das vibrações no piloto são de primordial importância porque pode para além de outras coisas, causar distúrbios na acuidade visual, interfere no controlo neuromuscular, incluindo a fala e induz em fadiga (Stott, 2006).

2.4.6 Humidade relativa

As baixas temperaturas a grandes altitudes têm como consequência as baixas concentrações de vapor de água no ar inspirado. O volume de água disponível para humidificar o ar no interior da cabina é limitado, assim, o nível de humidade do ar no avião tende a ser relativamente baixo com um elevado perigo de desidratação (Martin & Rodenberg, 1996). Para o máximo conforto dos tripulantes a humidade relativa deverá estar entre os 40% a 60%, pelo que os voos de longa duração podem provocar uma descida nos níveis de humidade até aos 5% (*Theoretical Knowledge Manual- Human Performance and Limitations*, 2002).

Capítulo 3. Questões de investigação e hipóteses

A evolução tecnológica implica necessariamente um grande esforço orçamental, material e humano por parte das organizações. Neste sentido a Força Aérea Portuguesa tem acompanhado esta evolução de forma a capacitar os seus meios de potencialidades necessárias ao cumprimento das suas missões. Este acompanhamento tem sido gradual por condicionalismos vários, no entanto a capacidade de superar desafios é parte integrante do ser humano. E um novo desafio se colocou quando foi decidido a aquisição de uma aeronave mais moderna, com capacidades acrescidas de autonomia, com possibilidade de executar um conjunto diversificado de missões, que iria transformar novamente uma filosofia organizacional, quer ao nível da manutenção, quer ao nível do treino dos pilotos, quer de operação dos novos sistemas e novas tecnologias. A este desafio designamos de C-295M.

Uma das grandes preocupações na operação de aeronaves é indiscutivelmente o elemento humano como sendo o componente essencial na interação com o sistema. A exigência e complexidade das missões atribuídas ao piloto de C-295M frequentemente transporta-o ao limiar das suas capacidades cognitivas e fisiológicas: exige-se do piloto toda a capacidade disponível de recursos mentais e físicos que lhe permita executar as suas tarefas com segurança; exige-se que disponha de recursos mentais de reserva para poder antecipar situações incertas e emergentes, para resolver emergências, para decidir qual a melhor opção a implementar, para gerir as pressões do tempo e das prioridades; e exige-se ainda que ele se adapte aos ambientes fisiologicamente agressivos. Mas a realidade do “mundo real das missões” é tal, que:

“O piloto é limitado na perceção, na memorização, no processamento de informação e nas capacidades de ação; nem toda a informação está disponível; alguma informação é incerta; outro tipo de informação está presente mas é difícil de perceber e de entender; a situação muda rapidamente e podem ocorrer eventos inesperados ou desconhecidos; e a aeronave e os seus sistemas têm as suas próprias limitações.” (Grau, 2001, p.41)

A atividade do piloto é desenvolvida neste “palco” em que ele é o ator e que em conjunto com outros atores estabelecem ligações e incrementam ações. Estamos num “palco” de múltiplas tarefas simultâneas de natureza e prioridades diversas e de diferentes graus de complexidade. A execução de várias tarefas em simultâneo neste

ambiente de incerteza e de “*time pressure*”, levanta questões relacionadas com a carga de trabalho mental do piloto: é assumido que a execução de tarefas adicionais pode aumentar a carga de trabalho mental. O desempenho é orientado pela enorme preocupação em poupar recursos cognitivos, como por exemplo, não exceder os seus limites, e também a necessidade de manter alguns de reserva de forma a ter uma margem de adaptação (Sarter & Woods, 1994). Torna-se impossível a apresentação ao piloto de toda a informação em simultâneo e pertinente do ambiente, da aeronave e dos sistemas (Grau, 2001). A capacidade limitada de processamento de informação de cada um dos pilotos é uma das razões suficientes para a justificativa da existência da disponibilidade restrita de recursos da atenção. Quando se atinge o limite ou se o ultrapassa, acredita-se poder influenciar negativamente o desempenho do piloto, diminuindo necessariamente as margens de segurança.

Desde os anos 80 que a automatização e a informatização tem invadido os *cockpits* das aeronaves, transformando as competências dos pilotos. O que hoje é cada vez mais exigido no piloto é a sua capacidade em gerir sistemas complexos. Os monitores multifunções disponibilizam assim, uma quantidade enorme de informação, que deve estar disponível na localização correta para a tarefa adequada. Qualquer conflito entre os monitores posicionados acima ou abaixo da linha de visão do piloto quando este necessita de recuperar informação, pode diminuir o seu desempenho (Grau, 2001).

Se a tudo isto adicionarmos e de acordo com o *Theoretical Knowledge Manual- Human Performance and Limitations* (2002), um conjunto de categorias de fatores de stress, como os fisiológicos (internos e externos), os cognitivos, os não-profissionais, os imaginários e os organizacionais, obtem-se uma amálgama de fontes de carga de trabalho mental suficiente para obstruir a execução das tarefas e conseqüentemente afetar o nível de desempenho e de segurança de voo.

Diante deste cenário propôs-se avaliar a carga de trabalho mental do piloto militar na execução das suas missões, lembrando respetivamente o objetivo geral e os três objetivos específicos do presente trabalho e que são os seguintes:

Objetivo geral - Avaliar o trabalho do piloto militar durante a realização das suas missões, visando estabelecer possíveis relações entre a carga de trabalho mental e a sua função de comando e o tipo de missão.

Objetivos específicos:

1. Comprovar a existência de diferentes níveis de carga de trabalho mental dos pilotos na execução das suas missões específicas.
2. Identificar e comparar os resultados dos níveis globais de carga de trabalho mental dos pilotos, consoante a tipologia da missão e a sua função de comando.
3. Identificar qual das dimensões (exigências) mais contribui para a valoração do nível global de carga de trabalho mental dos pilotos, em função dos diferentes tipos de missão e da função de comando.

Assim, e decorrentes da análise bibliográfica apresentada e de forma a enquadrar os objetivos propostos, formularam-se as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: Para os tipos de missão avaliados pela amostra como tendo níveis de complexidade mais baixos, os níveis de carga mental sejam mais baixos.

Hipótese 2: A função de comando “piloto comandante” impõe resultados de carga mental mais elevados.

Hipótese 3: A dimensão exigência mental é a que mais contribui para a valoração da carga mental.

Hipótese 4: Independente do tipo de missão, o nível de carga mental na função de comando de piloto comandante é sempre mais elevado comparativamente à função de copiloto.

PARTE II. METODOLOGIA

Capítulo 1. Método de pesquisa

1.1 Introdução

O enquadramento metodológico compreende a metodologia de abordagem que foi aplicada no estudo em questão, de forma a atingir o objetivo geral e específicos da presente pesquisa enquadrados pelas hipóteses formuladas anteriormente. Assim, este trabalho surgiu com o propósito de avaliar a carga de trabalho mental do piloto militar no cumprimento das suas missões específicas.

Nos próximos parágrafos serão descritos em detalhe os procedimentos metodológicos aplicados ao longo do estudo realizado em contexto real de trabalho. A maior vantagem de um estudo com aeronaves, em ambiente operacional real e em execução de missões reais, é que permite uma aproximação verdadeira dos acontecimentos e consequentemente uma maior realidade em termos de resultados esperados, uma vez que a dinâmica e complexidade das tarefas estarão presentes. Apesar de os dois métodos apresentarem vantagens e desvantagens, justifica-se pois, este tipo de abordagem, em detrimento de estudo em simulador, pois permite uma possível validação dos objetivos propostos com maior realismo.

1.2 Desenho de investigação

Segundo Ribeiro (2010), o desenho de investigação refere-se à estrutura geral ou plano de investigação de um estudo, como por exemplo, se o estudo é experimental ou descritivo, que tipo de população é estudada, que variáveis se incluem e como se espera que se relacionem. Apesar de existirem termos diferentes para caracterizar os desenhos de investigação (Ribeiro, 2010), o presente estudo é do tipo descritivo de investigação observacional. De acordo com Aday (1989), num estudo observacional, o investigador desenvolve procedimentos que descrevam os acontecimentos que ocorrem naturalmente sem a sua intervenção, e quais os efeitos ou as relações dos acontecimentos com as variáveis.

1.3 Procedimentos pré estudo

O estudo iniciou-se com o requerimento de autorização da pesquisa ao Ex.º Sr. Chefe do Estado Maior da Força Aérea e com o protocolo de investigação. Este documento

servirá de compromisso entre o investigador e a entidade ligada à investigação, neste caso, à Força Aérea Portuguesa, apresentando a forma de requerimento dirigido ao Chefe de Estado Maior da Força Aérea, solicitando autorização para o desenvolvimento deste estudo, indicando o título da investigação, o nome do responsável pela mesma, a justificação do projeto, qual a população e amostra, quais os recursos materiais utilizados, o procedimento e a calendarização. O requerimento, a resposta ao requerimento e o protocolo de investigação, podem ser visualizados respetivamente, nos anexos J, L, e M.

Na continuação do percurso e sequência de realização dos eventos da investigação e após aprovação do estudo pelo Chefe de Estado Maior da Força Aérea, foi agendada uma reunião com o responsável máximo, ou seja o Comandante de Esquadra dos pilotos pertencentes à população na pesquisa (Esquadra 502), de forma a apresentar os objetivos do estudo, o método a utilizar, a definição dos requisitos necessários para o preenchimento dos questionários, nomeadamente o momento adequado de preenchimento, para além de ter sido estabelecido o local e hora para uma posterior reunião com os sujeitos passíveis de serem incluídos no estudo.

1.4 Caraterização da amostra

A população do estudo é constituída por 34 pilotos pertencentes à Esquadra 502, sediada na Base Aérea nº6, na localidade do Montijo. As condições requeridas pelo investigador para a inclusão dos pilotos no estudo foram as seguintes: aceitação de participar voluntariamente e exercerem as funções de piloto comandante ou de copiloto. Do exposto resultou uma redução dos sujeitos, pois os denominados pilotos em adaptação (PA) não foram incluídos, por não satisfazerem os requisitos.

A amostra que participou no estudo, ou seja os pilotos que executaram missões durante o período designado para o efeito, que decorreu entre o dia 1 de Outubro de 2011 e 31 de Janeiro de 2012, foi composta por 22 pilotos do sexo masculino e um do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 39 e os 25 anos ($M= 29,39$; $Dp= 3,71$), como pode ser visto na tabela 7.

Desta amostra resultaram dois grupos em conformidade com os requisitos do estudo e consequentemente com as suas qualificações, ou seja, 9 pilotos comandantes (PC) e 14 copilotos (CP), como mostra a tabela 8.

Tabela 7 – Caraterização da idade dos sujeitos da amostra

Amostra				
N	Máx	Mín	M	Dp
23	39	25	29,39	3,71

Tabela 8 – Caraterização da idade em função das qualificações

	Idade em função das qualificações				
	N	Máx	Mín	M	Dp
PC	9	39	28	32,22	3,92
CP	14	32	25	27,73	2,17

A caraterização da experiência dos pilotos pode ser verificada na tabela 9, em resultado das respostas ao questionário efetuado. As horas totais de voo referem-se ao somatório das horas de voos efetuados pelo piloto desde o início da qualificação para obtenção do *brevet* de piloto, até à data da realização do questionário. A experiência como piloto está associada ao número de anos a partir do qual obteve o *brevet* de piloto. Quanto às horas de voo no avião C-295M, são as que foram efetuadas somente neste tipo de aeronave.

Tabela 9 – Caraterização da experiência dos pilotos

	Experiência dos pilotos							
	Piloto comandante				Copiloto			
	Máx	Mín	M	Dp	Máx	Mín	M	Dp
Horas totais de voo	3800	970	1766,7	905,62	1261	300	609,8	286,4
Experiência do piloto (anos)	11	5	6,44	1,94	7	2	3,64	1,44
Horas de voo no C-295M	1000	328	651,55	264,18	543	50	257,9	147,9

A experiência dos pilotos está normalmente associada ao número de horas de voo. Baseado em pesquisas anteriores relativas à experiência do piloto, foram associadas cerca de 1000 horas de voo como o mínimo de nível de experiência necessário para o piloto ser considerado um “*expert*” (Wiggins & O’Hare, 1995; Wiggins & O’Hare, 1993). A função de piloto comandante e copiloto está assim associada à experiência, ou seja, o piloto comandante é geralmente mais experiente do que o copiloto.

Facilmente se verifica no gráfico 1 que a distribuição das horas de voo totais relativas aos pilotos comandantes está associada a grande nível de experiência.

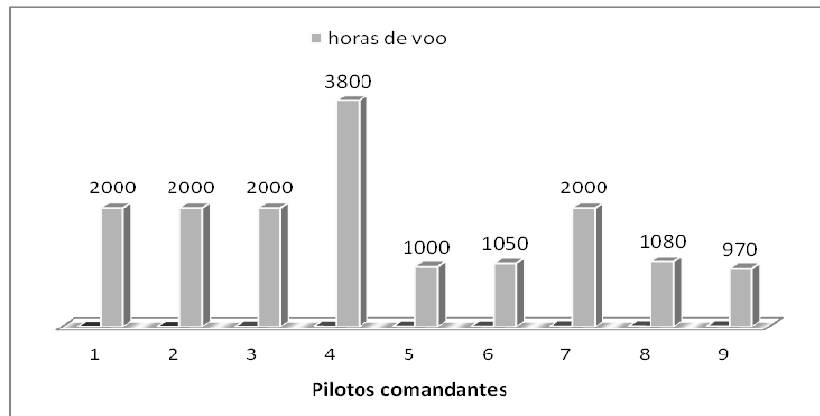


Gráfico 1- Distribuição das horas totais pelos pilotos comandantes

No gráfico 2 pode-se visualizar a distribuição das horas de voo totais dos copilotos

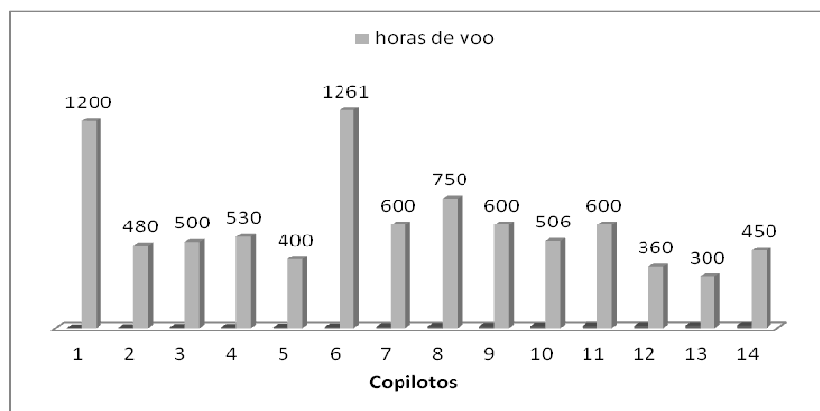


Gráfico 2- Distribuição das horas totais pelos copilotos

1.5. Desenvolvimento dos procedimentos do estudo

No dia 28 de Setembro de 2012 pelas 09H30 realizou-se uma reunião na Esquadra 502 na Base Aérea nº6 – Montijo, entre o investigador e os elementos voluntários a participarem no estudo, com funções de pilotos comandantes ou copilotos. Nesta abordagem foram-lhes apresentados os objetivos do projeto e os procedimentos básicos de preenchimento dos vários instrumentos utilizados, salientando-se a importância da sua efetiva participação, sem a qual a viabilidade do estudo ficaria comprometida.

Foi designado o período em que iria decorrer a recolha de dados relativos às missões efetuadas e que viria a desenvolver-se entre o dia 1 de Outubro de 2011 e 31 de Janeiro de 2012. A definição do espaço temporal de quatro meses permitiu, por um lado, uma

maior probabilidade de recolha de maior número de dados, comparativamente a um espaço temporal menor. Por outro lado, e por limitações associadas à data de apresentação do estudo, inviabilizaria o aumento do período para a recolha de dados.

Várias ações foram desencadeadas no decorrer desta reunião, como a aplicação de dois questionários, um relativo aos dados demográficos e outro, quanto ao nível de complexidade da missão. Os participantes dispunham de tempo suficiente para que após o seu preenchimento, devolvessem os questionários preenchidos. Para além da aplicação dos questionários, foi também apresentado e explicado aos intervenientes a forma de preenchimento do instrumento de avaliação relativo à carga de trabalho mental. Basicamente a recolha de dados foi organizada em duas fases, a primeira no decorrer da reunião e a segunda, com um prazo mais alargado, ou seja, sempre houvesse uma missão que se enquadrasse nos objetivos do estudo, e dentro do período designado para o efeito, já referido anteriormente. Seguidamente descrevem-se os instrumentos que forneceram os dados necessários para a concretização do presente estudo.

1.51 Instrumentos

1.5.11 Questionário demográfico

Este questionário demográfico foi desenvolvido pelo autor e aplicado no decorrer da reunião. Os participantes responderam a questões relacionadas com as suas características individuais, experiência de voo, qualificações quanto ao tipo de missão e, qualificações quanto à sua função a bordo da aeronave (anexo N). Todos os questionários foram identificados com o número de participante de forma a manter a confidencialidade dos dados, tal como referido em Svensson *et al.* (1993), tendo sido recolhidos pelo autor, após o preenchimento por todos os participantes.

Foram reconhecidos quinze tipos de missões diferentes, cuja diferenciação se baseia, ou pelos requisitos operacionais exigidos de cada missão específica, ou pelo facto de se realizar em ambiente diurno ou noturno. Estas missões foram identificadas de acordo com a solicitação prévia do autor aos pilotos mais experientes e cujo resultado se fixou em 15 missões diferentes que a esquadra pode realizar.

Apenas foram registadas as missões designadas de missões operacionais. As missões operacionais não incluem as missões de treino, vulgarmente focadas para o treino específico de tripulações que se encontram em fase de qualificação numa determinada função ou noutro requisito necessário à qualificação operacional.

Todos os dados relativos ao questionário demográfico foram informatizados e as respetivas análises e comparações foram elaboradas com o auxílio do software adequado, nomeadamente o *software* Excel para Windows da Microsoft Office.

1.512 Questionário de complexidade da missão

Este questionário tem como objetivo a caracterização do nível de complexidade de cada uma das missões e foi desenvolvido pelo autor baseado em questionários aplicados em estudos anteriores, por exemplo, Svensson *et al.* (1993) e Svensson *et al.* (1988) em que os pilotos indicaram o nível de complexidade relacionado com as missões. O questionário da complexidade da missão (anexo O) foi o segundo questionário a ser preenchido pelos participantes e foi aplicado no decorrer da primeira reunião. Após o preenchimento por todos os sujeitos, estes foram recolhidos pelo autor e o tratamento de dados foi efetuado com o *software* Excel para Windows do Microsoft Office.

O instrumento de medição foi identificado pelo número de identificação do participante, à semelhança do questionário demográfico, em que a atribuição do número de participante resultou de um processo de atribuição aleatório durante a reunião inicial.

Para a avaliação da complexidade da missão foi desenvolvida uma escala tipo *Likert*. A justificativa para utilizar este tipo de escala prende-se com o facto de ser a escala mais utilizada em avaliação de atitudes (Ribeiro, 2010). Desenvolveu-se uma escala com cinco categorias, ou cinco pontos, em que o participante assinala, preenchendo no quadrado respetivo, qual o nível de complexidade que atribui ao tipo de missão, utilizando os seguintes valores, entre o valor mínimo (1) e o valor máximo (5) da escala de *Likert*: (1)- nada complexa; (2)- pouco complexa; (3)- complexa; (4)- significativamente complexa e; (5)- muito complexa. Existem escalas de *Likert* variando de quatro a onze categorias, mas as escalas de quatro e cinco categorias são, realmente, as mais populares de acordo com Johnson em 2002 (citado por Alexandre *et al.*, 2003).

Foi referido no questionário, para além de ter sido explicada aos intervenientes, que para a avaliação da complexidade da missão, o participante teria que avaliar todas as tarefas que tem que executar nas diferentes fases de voo, já mencionadas anteriormente, que compõem a missão.

As 15 missões foram identificadas com o nome da missão, e as diversas condições de voo em que podem ocorrer, como em, *Visual Meteorological Conditions* (VMC), de dia

ou de noite; *Instrumental Meteorological Conditions* (IMC) e; com a utilização dos equipamentos de visão noturna designados de *Night Vision Goggles* (NVGs). Foi mencionado no questionário que os participantes apenas assinalassem as missões para as quais tinham qualificação. Para as que não tinham qualificação ou se a sua experiência fosse muito limitada, a indicação seria de “ não aplicável” (n/a).

1.5.13 Avaliação da carga de trabalho mental

Para a avaliação da carga de trabalho mental e para a recolha de dados, foi aplicada a técnica de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental, designado de NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration- Task Load Index*), Hart e Staveland (1988).

No decorrer da reunião inicial e após o preenchimento e entrega dos questionários da complexidade da missão, foi apresentado, descrito e explicado o funcionamento deste método de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental. Seguidamente foi aplicado o método aos participantes, simulando uma tarefa hipotética em voo, com o objetivo de uma familiarização adequada, de forma a não existirem dúvidas quanto ao preenchimento do questionário. Esta ação desenvolveu-se de acordo com a NASA (1986), que refere que antes de se proceder ao início da avaliação, os sujeitos deverão utilizar o método pela aplicação de algumas tarefas.

A justificação para se ter optado por esta técnica de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental, relaciona-se com vários aspetos mencionados na literatura, como por exemplo, e em conformidade com Meshkati *et al.* (1992), o NASA-TLX é das escalas de avaliação mais úteis, apresenta um consistente nível de sensibilidade nas tarefas de componentes cognitivos e perceptivos, é uma escala fácil de compreensão e utilização; O NASA-TLX oferece uma consistente validade e uma boa aceitação pelos sujeitos (Hill *et al.*,1992); De acordo com Wierwille, Rahimi e Casali (1985), o método NASA – TLX é um ótimo método quantitativo de acesso à carga de trabalho mental, presente em diversos postos de trabalho.

Para a realização da recolha de dados, o instrumento de recolha foi traduzido pelo autor para a língua portuguesa e aplicado aos pilotos envolvidos nas missões, no final de cada uma delas, em que são distribuídos dois questionários NASA-TLX, um ao piloto comandante, outro ao copiloto, ou seja, dois questionários por cada missão. Após o preenchimento, são recolhidas pelo autor e os dados são introduzidos no *software* Excel

para Windows do Microsoft Office, numa ficha individual criada para o efeito, onde foram guardados para posterior análise. Os questionários foram aplicados num espaço de cerca de meia hora após as missões e podem ser visualizados no anexo P.

A descrição do método e a forma de aplicação pelo autor no presente estudo, segue a descrição já anteriormente efetuada referente às medidas de avaliação subjetivas da carga de trabalho mental, especificamente o método NASA-TLX.

O tratamento dos dados foi iniciado após a recolha de todos os dados das missões efetuadas, ou seja, após 31 de Janeiro de 2012, tendo-se prolongado até 15 de Julho de 2012.

De uma forma simples a seguir se exemplificam as várias fases da aplicação do método após uma hipotética tarefa do piloto:

Primeira fase – O sujeito escolhe de entre os 15 pares de dimensões, uma dimensão de entre cada um dos pares comparados na horizontal, ou seja, escolhe a que lhe induziu um maior nível de carga de trabalho, como se pode verificar na tabela 10.

Tabela 10 – Comparação das dimensões

NÍVEL DE ESFORÇO	x	ou DESEMPENHO	
DESEMPENHO	x	ou NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	
NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO		ou NÍVEL DE ESFORÇO	x
EXIGÊNCIA TEMPORAL	x	ou NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	
EXIGÊNCIA FÍSICA		ou EXIGÊNCIA TEMPORAL	x
DESEMPENHO		ou EXIGÊNCIA MENTAL	x
NÍVEL DE ESFORÇO	x	ou EXIGÊNCIA FÍSICA	
EXIGÊNCIA MENTAL	x	ou EXIGÊNCIA FÍSICA	
EXIGÊNCIA TEMPORAL	x	ou NÍVEL DE ESFORÇO	
EXIGÊNCIA FÍSICA	x	ou DESEMPENHO	
DESEMPENHO		ou EXIGÊNCIA TEMPORAL	x
EXIGÊNCIA FÍSICA		ou NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	x
EXIGÊNCIA TEMPORAL		ou EXIGÊNCIA MENTAL	x
EXIGÊNCIA MENTAL	x	ou NÍVEL DE ESFORÇO	
NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	x	ou EXIGÊNCIA MENTAL	

Segunda fase – O sujeito marca o nível da escala que determinada dimensão contribui para a carga de trabalho da tarefa executada, como se pode ver na figura 24.

Terceira fase – Esta fase refere-se ao tratamento dos dados pelo investigador e requer que sejam efetuados vários passos para a aferição do resultado final. Assim, no primeiro passo efetua-se a contagem do número de vezes em que foi escolhida uma dimensão, resultante da comparação entre as quinze combinações; no segundo passo coloca-se na folha de ponderação os valores correspondentes de cada uma das demandas assinaladas pelo sujeito na escala das demandas; o terceiro passo é efetuada a multiplicação do número de vezes em que foi escolhida uma dimensão e o valor respetivo marcado pelo sujeito; no quarto passo efetua-se o somatório resultante da multiplicação; por último, divide-se o resultado anterior por 15, obtendo-se assim o valor do índice médio ponderado da carga de trabalho, que neste caso assume o valor de 47,33.

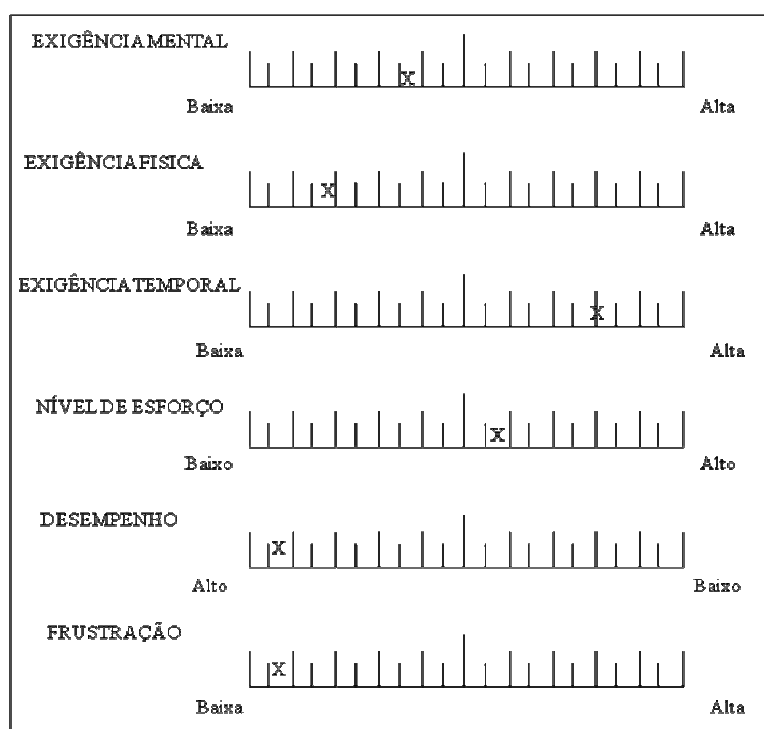


Figura 24 – Marcação na escala das dimensões

Na figura 25 pode-se ver na ficha individual, os procedimentos efetuados e assinalados com um número “entre parêntesis” e que corresponde respetivamente ao número de passos descritos anteriormente.

FICHA INDIVIDUAL DO ÍNDICE MÉDIO PONDERADO DA CARGA DE TRABALHO			
ESCALA DE AVALIAÇÃO	PESO (1)	ESCALA (2)	PESO X ESCALA (3)
EXIGÊNCIA MENTAL	4	40	160
EXIGÊNCIA FÍSICA	1	20	20
EXIGÊNCIA TEMPORAL	4	80	320
NÍVEL DE ESFORÇO	3	60	180
DESEMPENHO	1	10	10
FRUSTRAÇÃO	2	10	20
SOMA (4)			710
MÉDIA PONDERADA (5)			47,33

Figura 25 – Ficha individual

1.6 Definição das variáveis

1.6.1 Variáveis independentes

Para atingir os objetivos propostos foram estabelecidas duas variáveis independentes específicas intervenientes na investigação. A primeira variável foi designada de *tipo de missão* e corresponde aos vários tipos de missão que foram executadas no decorrer do estudo, sendo caracterizadas pela sua especificidade. A variável *tipo de missão* apresenta seis níveis, pois cada uma das missões tem características específicas que as definem e se diferenciam entre elas. A justificação para a existência destes seis níveis será efetuada a jusante, no próximo capítulo. Os níveis definidos foram os seguintes: operações de transporte aéreo geral, operações de evacuações aeromédicas, operações de vigilância marítima diurna, operações de busca e salvamento, operações de lançamento de paraquedistas e operações de lançamento de carga aérea.

A segunda variável independente foi denominada de *função de comando* e permite a comparação entre dois grupos distintos de pilotos, estando assim relacionada com as funções atribuídas a cada um dos grupos em função das suas qualificações específicas. Os dois grupos são respetivamente denominados de *piloto comandante* e de *copiloto*. Ambos os níveis têm as funções de dirigir, executar e planear ações diretamente relacionadas com o voo, no entanto o piloto comandante é o responsável máximo pelas tomadas de decisão que irão influenciar o desenrolar da missão. Na tabela 11 encontram-se as variáveis independentes e os respetivos níveis.

Tabela 11 – Variáveis independentes

Nome da Variável	Níveis
Tipo de missão	Operações de transporte aéreo geral
	Operações de evacuações aeromédicas
	Operações de vigilância marítima diurna
	Operações de busca e salvamento
	Operações de lançamento de paraquedistas
	Operações de lançamento de carga aérea
Função de comando	Piloto comandante
	Copiloto

1.6.2 Variáveis dependentes

Para a consolidação dos objetivos propostos no presente trabalho e atendendo à revisão da literatura foram estabelecidas duas variáveis dependentes. Foi selecionada uma medida para avaliar a complexidade das missões e outra medida para avaliar a carga de trabalho mental dos pilotos na execução das suas missões. A primeira variável dependente denominou-se de *complexidade da missão* e é validada através de um instrumento de medida em forma de questionário, como já foi referido anteriormente. O questionário foi preparado com a principal intenção de registar a opinião subjetiva dos participantes relativamente à perceção de complexidade de cada uma das missões distintas.

A segunda variável dependente pertence ao grupo do método de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental, especificado por exemplo, em O'Donnell e Eggemeier (1986). Esta variável dependente designada de *carga de trabalho mental* irá ser validada através da técnica de avaliação subjetiva denominada de NASA-TLX.

A justificação para se ter optado pelo método de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental em detrimento de outros, como os de desempenho, psicofisiológicos ou analíticos, para além de outras razões já referidas anteriormente, prende-se com o facto, e de acordo com O'Donnell e Eggemeler (1986), as medidas serem de fácil implementação; são consideradas como sendo pouco intrusivas e de baixo custo; com uma boa validade; a existência de técnicas muito boas e, os dados atuais sugerem que são sensíveis a variações de carga de trabalho.

Quanto à escolha da técnica de avaliação da carga de trabalho mental ter recaído no NASA-TLX, para além de a fundamentação ter sido já elaborada do anterior, complementa-se ainda a justificação pela razão de que, e em conformidade com Rubio, Díaz, Martín, e Puente (2004), a técnica NASA-TLX é uma das melhores técnicas existentes, a par da escala de Cooper-Harper e do SWAT, de entre as técnicas relativas ao método de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental.

A primeira variável dependente denominou-se de *complexidade da missão* e é validada através de um instrumento de medida em forma de questionário, como já foi referido anteriormente. O questionário foi preparado com a principal intenção de registar a opinião subjetiva dos participantes relativamente à perceção de complexidade de cada uma das missões distintas.

Na tabela 12 pode-se visualizar as variáveis dependentes que foram selecionadas.

Tabela 12 – Variáveis dependentes

Tipo de variável		Nome da variável
Subjectiva	Questionário	Complexidade da missão
Subjectiva	NASA-TLX	Carga de trabalho mental

PARTE III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Capítulo 1. Resultados

Nas próximas secções serão apresentados os resultados referentes ao estudo em questão. No entanto, antes da apresentação dos resultados, referem-se por um lado, algumas considerações importantes relativas ao desenvolvimento de aspetos ligados a questões relacionadas com a organização dos dados, de que forma foram selecionados e quais os dados a que se nos referimos. Por outro lado, referir sumariamente os aspetos aliados à análise estatística empregue.

Assim, no que respeita à tipologia das missões, foram identificadas inicialmente 15 tipos de missões distintas, mas da totalidade, apenas se contabilizaram 6 tipos diferentes, como as que a seguir se indicam: transporte aéreo geral, evacuações aeromédicas, vigilância marítima em ambiente diurno (VIMAR I), busca e salvamento, lançamento de tropas aerotransportadas ou paraquedistas e lançamento de carga aérea. A justificação para a ocorrência destas missões e não de outras tem uma alegação simples: por um lado, porque são as que usualmente, ou são mais solicitadas, como por exemplo as evacuações aeromédicas e a busca e salvamento, ou são mais regulares na periodicidade de realização, como as de transporte aéreo geral e as de vigilância marítima em ambiente diurno; por outro lado, existem missões que são efectuadas exclusivamente e em determinadas circunstâncias especiais, como por exemplo, as demonstrações aéreas, ou as específicas de zonas de conflito. Assim, no período designado para efeito de recolha de dados e por questões inimputáveis ao autor, simplesmente se recolheram dados relativos às missões mencionadas, pois foram as que se fizeram.

Outra questão importante está relacionada com os pilotos (pilotos comandantes e copilotos) e de que forma executaram um número inferior ou superior de missões ou, porque realizaram um número superior ou inferior de missões de um determinado tipo. Para justificar a não homogeneidade do referido, é importante salientar em primeiro plano a questão das qualificações dos pilotos para poderem executar um determinado tipo de missão. Este ponto já foi parcialmente respondido no capítulo 2, quando se mencionaram os requisitos necessários de qualificação, mas para complementar a informação, ao visualizar o gráfico 3 pode-se verificar a distribuição das qualificações dos pilotos face à tipologia das missões. No eixo vertical indica-se o número total de

pilotos com qualificações para uma missão específica, bem como a distribuição entre os pilotos comandantes e os copilotos, em função de cada uma das missões (eixo horizontal).

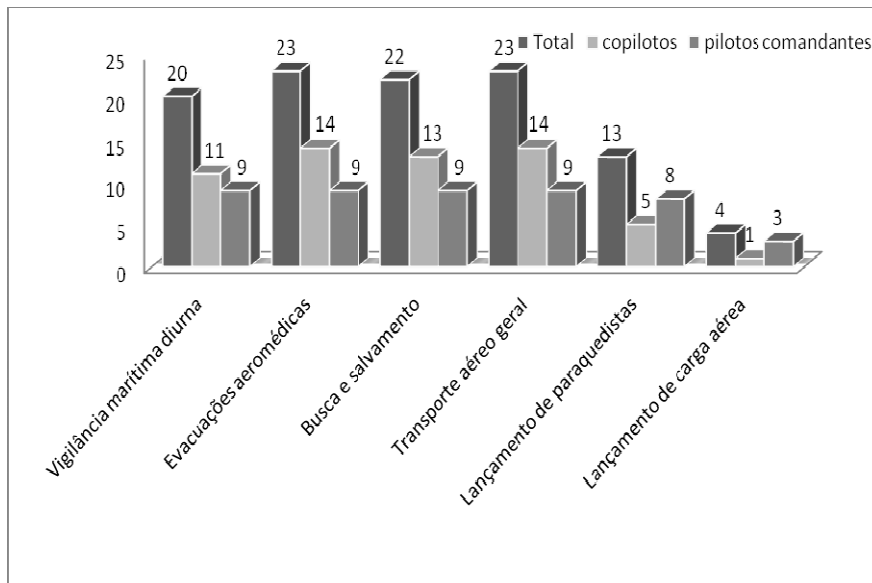


Gráfico 3- Distribuição das qualificações em função da missão

Significa basicamente que o piloto comandante ou o copiloto só executam as missões para as quais se encontram qualificados, ou seja, quando após terminarem toda uma estrutura curricular de instrução teórica e prática, são considerados aptos a desempenhar uma missão específica. Para as quais não possuem qualificação, necessariamente não estão aptos a desempenhar essas missões.

Em segundo plano, o facto de existir uma heterogeneidade na distribuição dos pilotos pelas diferentes missões relaciona-se com as regulamentações internas de funcionamento da Esquadra, com questões de gestão dos pilotos face às diversificadas solicitações internas ou externas, como por exemplo, a nomeação de indivíduos para cursos ou estágios, para as missões, reuniões, organização documental, etc. Como consequência a distribuição dos pilotos pelos diversos tipos de missão não é uniforme.

A tabela 13 apresenta o tipo de missão, o número de questionários NASA-TLX administrados por cada tipo de missão e o número de missões efetuadas. Verifica-se que foram feitos 6 tipos de missões em que foram aplicados 174 questionários NASA-TLX, o que significa que ao administrar 2 questionários por cada missão, um ao piloto comandante, outro ao copiloto, obtém-se um número de missões na totalidade de 87.

Tabela 13 – Tipo de missão, número de questionários e número de missões

Tipo de missão	Número de questionários	Número de missões
Transporte aéreo geral	66	33
Evacuações aeromédicas	26	13
Vigilância marítima	56	28
Busca e salvamento	6	3
Lançamento de paraquedistas	16	8
Lançamento de carga aérea	4	2
Total	174	87

Foi utilizado o software SPSS para a análise estatística dos dados, nomeadamente para a estatística descritiva e para a análise de testes de hipóteses.

Os resultados que se apresentam de seguida referem-se às medidas das variáveis dependentes e a disposição em que são apresentadas seguem a mesma ordem que se aplicou na parte respeitante à metodologia.

1.1 Complexidade da missão

Para o cálculo dos valores de complexidade atribuídos individualmente a cada uma das missões, foi efetuada a média do somatório das avaliações de todos os pilotos em cada tipo de missão e que correspondeu a um valor, como pode ser visualizado na tabela 14. O cálculo foi efetuado de acordo com o referido por *Likert*, citado por Cunha (2007), “Mede-se a atitude do sujeito somando, ou calculando a média, do nível selecionado para cada item.”

Tabela 14 – Complexidade da missão

Tipo de missão	<i>Complexidade da missão</i>
Vigilância marítima diurna	2,50
Transporte aéreo geral	2,81
Evacuações aeromédicas	3,22
Busca e salvamento	3,70
Lançamento de paraquedistas	3,87
Lançamento de carga aérea	4,50

Da análise efetuada à complexidade da missão verificou-se por ordem crescente de complexidade, que a missão considerada pelos pilotos como sendo menos complexa é a missão de vigilância marítima em ambiente diurno (2,50), seguida respetivamente pelas

de transporte aéreo geral (2,81), evacuações aeromédicas (3,22), busca e salvamento (3,70), lançamento de paraquedistas (3,87) e lançamento de carga aérea(4,50).

1.2 Carga de trabalho mental

1.2.1 Dimensões da carga de trabalho mental

Da análise relativa aos questionários NASA-TLX administrados (N=174) pode-se observar no gráfico 4 os resultados médios relativos a cada uma das dimensões da carga de trabalho mental. Assim as dimensões que mais contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho foram respetivamente as dimensões, exigência mental (M=207,56; DP= 11,27); exigência temporal (M=169,27; DP=127,99) e nível de esforço (M=167,59; DP=78,64). As dimensões que menos contribuíram foram, o desempenho (M=125,89; DP=95,24); exigência física (M=119,51; DP=108,55) e nível de frustração (M=30,55; DP=86,21).

As diferenças entre as várias dimensões da carga de trabalho mental apresentam-se estatisticamente significativas ($F=92.436$, $p=.000$), estando as diferenças melhor explicadas no anexo Q (teste de comparação múltipla de médias LSD – *Least Significant Difference*).

O índice médio ponderado da carga de trabalho referente aos pilotos comandantes e copilotos foi (M=55,69; DP=13,27).

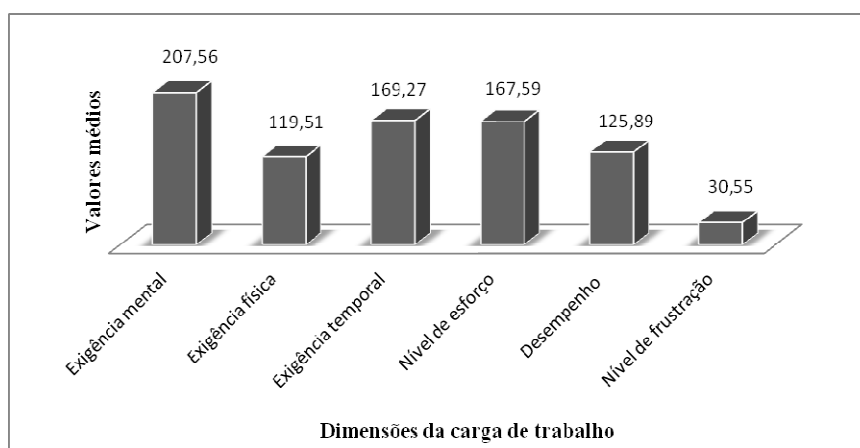


Gráfico 4 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental

O teste de correlação de *pearson* indica que é a exigência temporal ($r=.602$, $p < .05$) que mais influencia o índice médio ponderado da carga de trabalho, como se pode ver na tabela 15.

Tabela 15 – Influência das dimensões na carga de trabalho mental

	Exigência mental	Exigência física	Exigência temporal	Nível de esforço	Desempenho	Nível de frustração
<i>Carga de trabalho mental</i>	,372**	,379**	,602**	,558**	-,414**	,408**
	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	174	174	174	174	174	174

1.2.2 Dimensões da carga de trabalho mental relativas aos pilotos comandantes e copilotos

No gráfico 5 pode-se verificar os resultados médios obtidos em cada uma das dimensões de carga de trabalho entre pilotos comandantes (N=87) e copilotos (N=87). Na presente amostra verificamos que os níveis de exigência mental (M=216,49, DP=104,77), exigência física (M=146,14; DP=117,74) e nível de esforço (M=169,19; DP=67,23), apresentam-se com valores superiores nos pilotos comandantes, enquanto por outro lado as dimensões de exigência temporal (M=186,49; DP=138,51), desempenho (M=146,78; DP=110,42) e frustração (M=52,18; DP=104,98) se apresentam com valores superiores nos copilotos.

De acordo com o teste t para amostras independentes as diferenças de resultados entre pilotos comandantes e copilotos apresentam-se significativamente diferentes ao nível da exigência física ($t=3.330$, $p=.001$), desempenho ($t=-2.958$, $p=.004$) e nível de frustração ($t=-3.411$, $p=.001$). Nas restantes dimensões as diferenças nos resultados não são estatisticamente significativas.

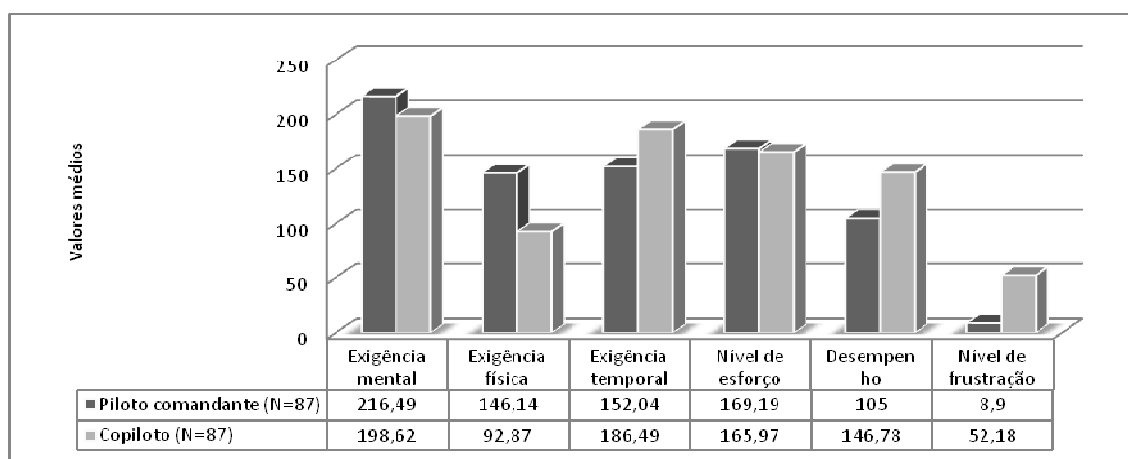


Gráfico 5 – Diferenças entre os valores médios das dimensões da carga de trabalho em função dos pilotos comandantes e dos copilotos

1.2.3 Dimensões da carga de trabalho mental e tipo de missão

1.2.3.1 Transporte aéreo geral

Os resultados dos valores médios relativos às dimensões da carga de trabalho nas operações de transporte aéreo geral podem ser visualizados no gráfico 6.

Assim as dimensões que mais contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho relativo à missão de transporte aéreo geral foram respectivamente as dimensões, exigência temporal (M=207,12; DP=112,54); exigência mental (M=197,50; DP=100,20); nível de esforço (M=168,56; DP=80,03). As que menos contribuíram foram respectivamente a exigência física (M=122,58; DP=114,63); desempenho (M=106,44; DP=81,90) e frustração (M=37,05; DP=100,95).

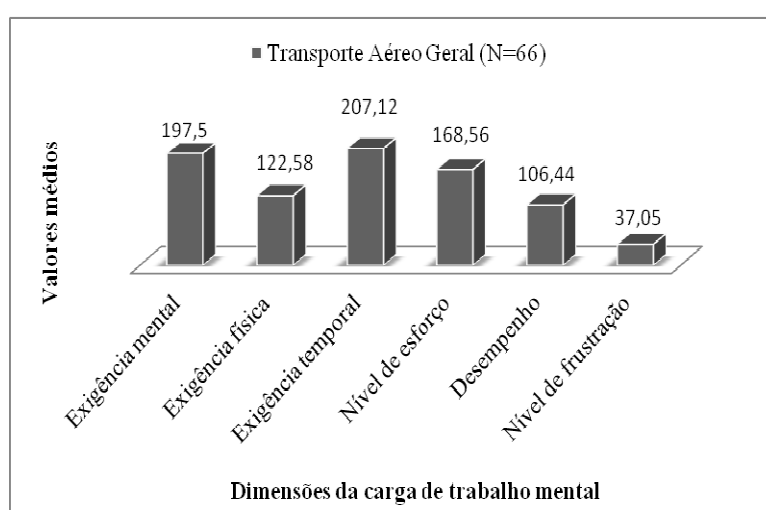


Gráfico 6 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de transporte aéreo geral

1.2.3.2 Evacuações aeromédicas

No gráfico 7 podem ser vistos os resultados dos valores médios relativos às dimensões da carga de trabalho nas operações de evacuações aeromédicas.

Dos resultados, as dimensões que mais contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho relativo às missões de evacuações aeromédicas foram respectivamente o nível de esforço (M=219,23; DP=88,97); exigência mental (M=205,19; DP=102,96) e exigência temporal (M=205,19; DP=155,99). Os que menos contribuíram foram por esta ordem, a exigência física (M=123,46; DP=152,02), o desempenho (M=106,73; DP=104,20) e o nível de frustração (M=87,69; DP=127,04).

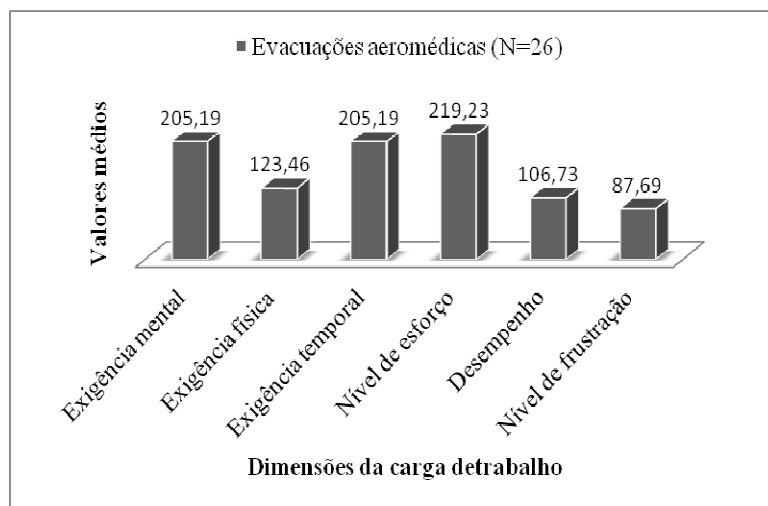


Gráfico 7 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de evacuações aeromédicas

1.2.3.2 Vigilância marítima diurna

No gráfico 8 podem ser vistos os resultados dos valores médios relativos às dimensões da carga de trabalho nas operações de vigilância marítima diurna.

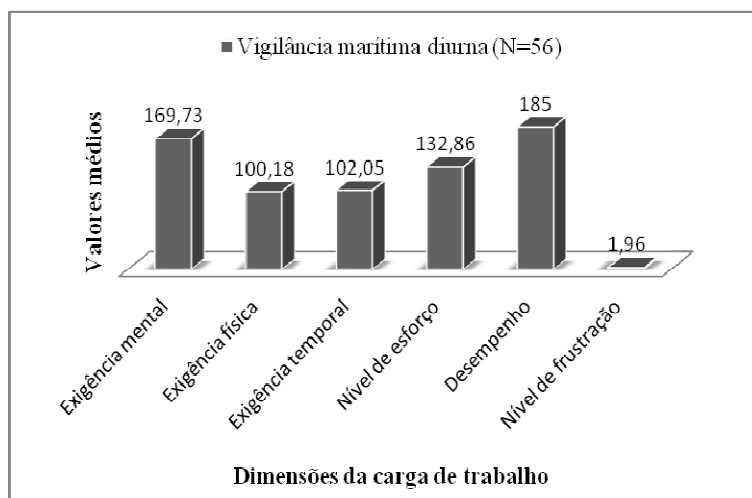


Gráfico 8 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de vigilância marítima diurna

As dimensões que mais contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho relativo às missões de vigilância marítima diurna e seguindo esta ordem decrescente, foram as seguintes: desempenho (M=185,00; DP=91,97); exigência mental (M=169,73; DP=102,78); nível de esforço (M=132,86; DP=65,46). As que menos contribuíram foram respetivamente a exigência temporal (M=102,05; DP=125,12); exigência física (M=100,18; DP=65,18) e frustração (M=1,96; DP=8,40).

1.2.3.3 Busca e salvamento

Dos resultados, as dimensões que mais contribuíram para a valoração do índice médio da carga de trabalho relativamente às missões de busca e salvamento foram respetivamente, como pode ser visto no gráfico 9, a exigência mental (M=382,50; DP=50,77); exigência temporal (M=239,17; DP=115,78) e o nível de esforço (M=211,67; DP=34,30). As que menos contribuíram foram respetivamente a exigência física (M=100,00; DP=111,71); desempenho (M=40,00; DP=10,95) e frustração (M=35,00; DP=38,34).

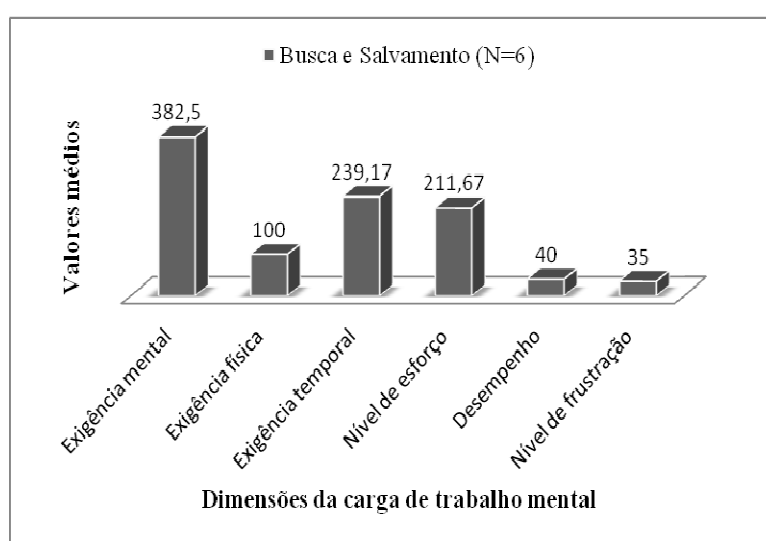


Gráfico 9 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de busca e salvamento

1.2.3.4 Lançamento de paraquedistas

Os resultados dos valores médios relativos às dimensões da carga de trabalho nas operações de lançamento de paraquedistas são visíveis no gráfico 10. As dimensões que mais contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho relativo à missão de lançamento de paraquedistas, foram respetivamente as dimensões, exigência mental (M=277,81; DP=105,78); nível de esforço (M=190,26; DP=63,80); exigência física (M=184,06; DP=119,72). As que menos contribuíram foram respetivamente a exigência temporal (M=156,88; DP=61,86); desempenho (M=75,31; DP=67,14) e frustração (M=16,88; DP=67,50).

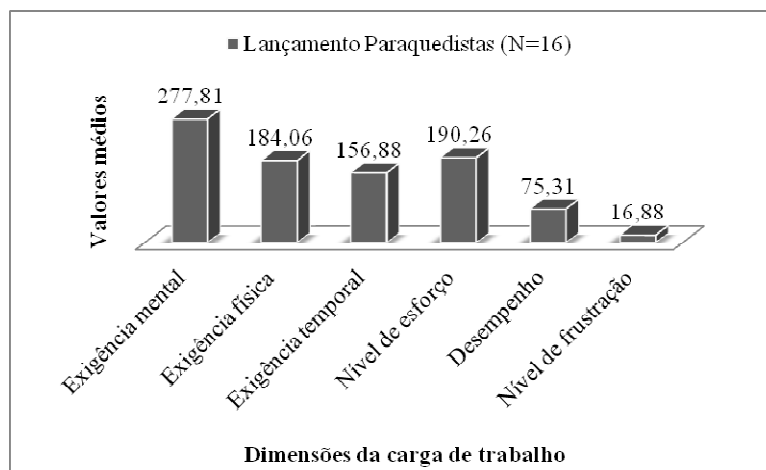


Gráfico 10 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de lançamento de paraquedistas

1.2.3.5 Lançamento de carga aérea

Os resultados relativos aos valores médios das dimensões da carga de trabalho nas operações de lançamento de carga aérea são visíveis no gráfico 11.

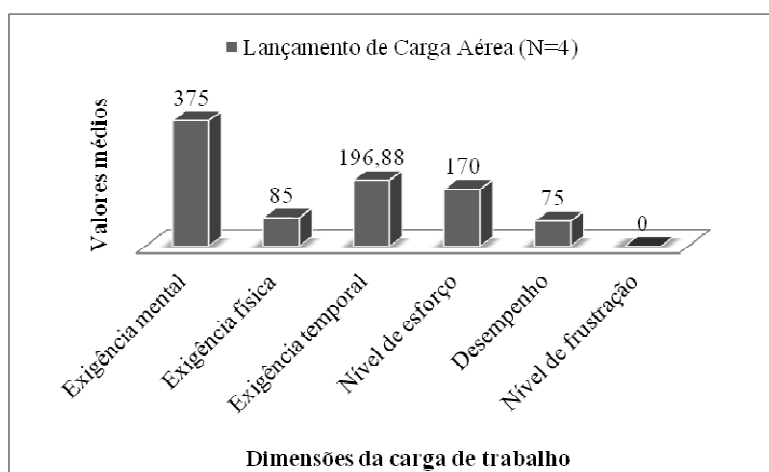


Gráfico 11 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental das missões de lançamento de carga aérea

As três dimensões que mais contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho relativo às missões de lançamento de carga aérea, seguindo uma ordem decrescente, foram as seguintes: exigência mental ($M=375$; $DP=19,15$); exigência temporal ($M=196,88$; $DP=19,72$); nível de esforço ($M=170$; $DP=0,00$). As que menos contribuíram foram respectivamente a exigência física ($M=85$; $DP=0,00$); desempenho ($M=75$; $DP=28,87$) e nível de frustração ($M=0$; $DP=0,00$).

Em resumo e relativamente às missões apresentadas, a exigência mental foi a que mais contribuiu para a valoração do nível médio global da carga de trabalho das missões de busca e salvamento (382,50), lançamento de carga aérea (375,00), lançamento de paraquedistas (277,81) e evacuações aeromédicas (205,19); a exigência temporal para as missões de transporte aéreo geral (207,12) e para as evacuações aeromédicas (205, 19), em que contribuiu igualmente a exigência mental com o mesmo valor; e por último, o desempenho (185) para as missões de vigilância marítima em ambiente diurno.

1.2.4 Dimensões da carga de trabalho mental relativas ao tipo de missão e função de comando

1.2.4.1 Piloto comandante

Os resultados obtidos das dimensões que contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho em cada tipo de missão em relação ao piloto comandante, pode-se visualizar na tabela 16.

As missões de carga aérea são as que mais exigem em termos da dimensão de exigência mental (M=390.00, DP=20.00), sendo que a missão de transporte aéreo geral é a que menos exige (M=194.24, DP=96.75).

Relativamente à exigência física as missões de busca e salvamento são as que apresentam níveis mais elevados (M=200.00, DP=34.64), enquanto as missões de lançamento de carga aérea (M=85.00, DP=.00), são as que têm valores médios mais baixos.

Ao nível da exigência temporal notam-se resultados superiores nas missões do lançamento da carga aérea (M=213.75, DP=5.30) e níveis inferiores nas missões de vigilância marítima em ambiente diurno (M= 67.14, DP=75.86).

O nível de esforço requerido pelos pilotos comandantes é superior (M=203.18, DP=65.34) nas evacuações aeromédicas e inferior nas missões de vigilância marítima em ambiente diurno (M=157.50, DP=58.52).

O desempenho é superior nas operações de vigilância marítima em ambiente diurno (M=136.61, DP=37.27), sendo inferior nas operações de busca e salvamento (M=40.00, DP=17.32).

Quanto ao nível de frustração, este é superior nas missões de transporte aéreo geral (M=17.12, DP=87.42) sendo nulo nas missões de busca e salvamento, lançamento de paraquedistas e lançamento de carga aérea.

Tabela 16 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental relativos aos pilotos comandantes

Dimensões da carga de trabalho	Tipo de Missão	N	M	Dp
Exigência mental	Transporte aéreo geral	33	194,24	96,75
	Evacuações aeromédicas	13	201,15	116,93
	Vigilância marítima diurna	28	210,89	97,55
	Busca e salvamento	3	340	20
	Lançamento paraquedistas	8	263,13	106,13
	Lançamento de carga aérea	2	390	14,14
Exigência física	Transporte aéreo geral	33	134,24	109,71
	Evacuações aeromédicas	13	197,69	186,31
	Vigilância marítima diurna	28	120,36	73,29
	Busca e salvamento	3	200	34,64
	Lançamento paraquedistas	8	196,88	145,7
	Lançamento de carga aérea	2	85	0
Exigência temporal	Transporte aéreo geral	33	207,58	119,38
	Evacuações aeromédicas	13	196,15	107,16
	Vigilância marítima diurna	28	67,14	75,86
	Busca e salvamento	3	138,33	54,85
	Lançamento paraquedistas	8	138,13	74,26
	Lançamento de carga aérea	2	213,75	5,3
Nível de esforço	Transporte aéreo geral	33	165	75,5
	Evacuações aeromédicas	13	203,08	65,34
	Vigilância marítima diurna	28	157,5	58,52
	Busca e salvamento	3	183,33	23,09
	Lançamento paraquedistas	8	166,88	77,13
	Lançamento de carga aérea	2	170	0
Desempenho	Transporte aéreo geral	33	94,85	84,4
	Evacuações aeromédicas	13	100,38	91,37
	Vigilância marítima diurna	28	136,61	37,27
	Busca e salvamento	3	40	17,32
	Lançamento paraquedistas	8	69,38	58,28
	Lançamento de carga aérea	2	100	0
Nível de Frustração	Transporte aéreo geral	33	17,12	87,42
	Evacuações aeromédicas	13	7,69	18,78
	Vigilância marítima diurna	28	3,93	11,66
	Busca e salvamento	3	0	0
	Lançamento paraquedistas	8	0	0
	Lançamento de carga aérea	2	0	0

1.2.4.2 Copiloto

Tabela 17 – Valores médios das dimensões da carga de trabalho mental relativos aos copilotos

Dimensões da carga de trabalho	Tipo de Missão	N	M	Dp
Exigência mental	Transporte aéreo geral	33	200,76	104,93
	Evacuações aeromédicas	13	209,23	91,53
	Vigilância marítima diurna	28	128,57	92,12
	Busca e salvamento	3	425	25
	Lançamento paraquedistas	8	292,5	110,55
	Lançamento de carga aérea	2	360	0
Exigência física	Transporte aéreo geral	33	110,91	119,89
	Evacuações aeromédicas	13	49,23	38,72
	Vigilância marítima diurna	28	80	49,37
	Busca e salvamento	3	0	0
	Lançamento paraquedistas	8	171,25	95,46
	Lançamento de carga aérea	2	85	0
Exigência temporal	Transporte aéreo geral	33	206,67	107,13
	Evacuações aeromédicas	13	214,23	197,57
	Vigilância marítima diurna	28	136,96	153,64
	Busca e salvamento	3	340	0
	Lançamento paraquedistas	8	175,63	43,38
	Lançamento de carga aérea	2	180	0
Nível de esforço	Transporte aéreo geral	33	172,12	85,35
	Evacuações aeromédicas	13	235,38	107,96
	Vigilância marítima diurna	28	108,21	63,6
	Busca e salvamento	3	240	0
	Lançamento paraquedistas	8	201,25	45,81
	Lançamento de carga aérea	2	170	0
Desempenho	Transporte aéreo geral	33	118,03	78,9
	Evacuações aeromédicas	13	113,08	119,1
	Vigilância marítima diurna	28	233,39	104,81
	Busca e salvamento	3	40	0
	Lançamento paraquedistas	8	81,25	78,64
	Lançamento de carga aérea	2	50	0
Nível de frustração	Transporte aéreo geral	33	56,97	110,64
	Evacuações aeromédicas	13	167,69	139,29
	Vigilância marítima diurna	28	0	0
	Busca e salvamento	3	70	0
	Lançamento paraquedistas	8	33,75	95,46
	Lançamento de carga aérea	2	0	0

Na tabela 17 podem-se verificar os resultados obtidos das dimensões que contribuíram para o índice médio ponderado da carga de trabalho em cada tipo de missão em relação ao copiloto.

O valor médio da dimensão exigência mental é superior nas missões de busca e salvamento (M=425.00, DP=25.00) e inferior nas de vigilância marítima diurna (M=128.57, DP=92.12).

Os níveis de exigência física são superiores nas missões de lançamento de paraquedistas (M=171.25, DP=95.46) e menores nas de busca e salvamento (M=0.00, DP=.00).

Quanto à exigência temporal os resultados apresentam-se mais elevados nas missões de busca e salvamento (M=340.00, DP=.00) e menos elevados nas missões vigilância marítima diurna (M=136.96, DP=153.64).

O nível de esforço é mais elevado nas missões de busca e salvamento (M=240.00, DP=.00) e mais baixo nas de vigilância marítima diurna (M=108.21, DP=63.60).

Os níveis de desempenho são superiores nas missões vigilância marítima diurna (M=233.39, DP=104.81) e inferior nas missões de busca e salvamento (M=40.00, DP=.00).

Quanto aos níveis de frustração estes são mais elevados nas evacuações aeromédicas (M=167.69, DP=139.29) e nulos nas missões de vigilância marítima diurna e lançamento de carga aérea.

1.2.5 Índice médio ponderado da carga de trabalho dos pilotos comandantes e copilotos por tipo de missão

Na tabela 18 podem-se visualizar os resultados obtidos do índice médio ponderado da carga de trabalho em cada tipo de missão em relação ao piloto comandante e copiloto.

Relativamente aos resultados apresentados do índice médio ponderado da carga de trabalho em cada tipo de missão em função da posição de comando (piloto comandante e copiloto) e após aplicação do teste t, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre a função de piloto comandante e copiloto, em todas as missões, à exceção das missões de busca e salvamento em que é significativa a diferença entre as duas funções ($t=.547$, $p < .05$), sendo os resultados superiores nos copilotos (M=74,33, DP=1,67).

Tabela 18 – Valores médios do índice médio ponderado da carga de trabalho em cada tipo de missão em relação ao piloto comandante e copiloto.

Tipo missão	Tipo piloto	N	M	DP	t	p
Transporte aéreo geral	Comandantes	33,00	54,20	12,86	-1.113	.270
	Copilotos	33,00	57,70	12,64		
Evacuações aeromédicas	Comandantes	13,00	60,41	10,70	-1.051	.304
	Copilotos	13,00	65,92	15,59		
Vigilância marítima diurna	Comandantes	28,00	46,43	7,63	.237	.814
	Copilotos	28,00	45,81	11,53		
Busca e salvamento	Comandantes	3,00	60,11	2,22	.547	.001
	Copilotos	3,00	74,33	1,67		
Lançamento paraquedistas	Comandantes	8,00	55,63	3,63	-1.342	.201
	Copilotos	8,00	63,71	16,65		
Lançamento de carga aérea	Comandantes	2,00	63,92	1,30	.000*	.333
	Copilotos	2,00	56,33	0,00		

*este valor corresponde ao valor de U do teste de Mann-Whitney que foi utilizado devido ao reduzido número de indivíduos por grupo e ausência de distribuição normal dos resultados obtidos.

Quanto ao índice médio ponderado da carga de trabalho mental de todas as missões em função das duas posições (piloto comandante e copiloto) a função copiloto apresenta um índice maior (M=56,19, DP=14,99) relativamente à função piloto comandante (M=53,18, DP=11,18), no entanto os resultados obtidos não se apresentam estatisticamente significativos ($t=-1.501$, $p> .05$), após aplicação do teste t, como se pode visualizar na tabela 19.

Tabela 19 – Valores médios do índice médio ponderado da carga de trabalho mental de todas as missões em função dos dois pilotos

	Tipo de piloto	N	M	DP	t	p
<i>Carga Mental</i>	Comandantes	87	53.18	11.18	-1.501	.135
	Copilotos	87	56.19	14.99		

Quanto aos resultados respeitantes ao índice médio ponderado da carga de trabalho por tipologia de missão no conjunto dos dois pilotos (piloto comandante e copiloto) verifica-se por ordem crescente, as missões que registaram índices mais baixos são as missões de vigilância marítima em ambiente diurno (M= 46,11), seguida das missões de transporte aéreo geral (M=55,95), lançamento de paraquedistas (M=59,67); lançamento

de carga aérea (60,12), evacuações aeromédicas (M=63,17) e as de busca e salvamento (M=67,22).

As diferenças verificadas ao nível do índice médio ponderado de carga de trabalho apresentam-se estatisticamente significativas ($F=11.048$, $p=.000$). De acordo com o anexo R, conforme o teste post hoc de LSD, os resultados relativos à missão de busca e salvamento são significativamente superiores apenas em relação aos resultados obtidos nas missões de transporte aéreo geral ($p=.025$) e vigilância marítima em ambiente diurno ($p=.000$). Por outro lado os resultados obtidos na missão de vigilância marítima em ambiente diurno são significativamente inferiores relativamente aos obtidos em todas as outras missões.

Na tabela 20 pode-se verificar o índice médio conjugado com a complexidade da missão. Como se observa as duas primeiras missões consideradas com níveis mais baixos, refletem também níveis de complexidade mais baixos.

Tabela 20 – Valores médios do índice médio ponderado da carga de trabalho de todas as missões em relação aos dois pilotos e associados à complexidade da missão

Tipo de missão	N	Carga Mental (M)	Complexidade da Missão
Vigilância marítima em ambiente diurno	56	46.11	2,5
Transporte aéreo geral	66	55.95	2,81
Evacuações aeromédicas	26	63.17	3,22
Busca e salvamento	6	67.22	3,7
Lançamento de paraquedistas	15	59.67	3,87
Lançamento de carga aérea	4	60.12	4,5

Capítulo 2. Discussão

Como já foi apresentado anteriormente o objetivo do presente trabalho de investigação foi o de estudar a carga de trabalho mental do piloto militar na execução das suas missões. Pretendeu-se assim, investigar os níveis de carga de trabalho mental resultante da atividade do piloto na concretização das missões que lhe estão atribuídas e verificar a sua existência. A discussão que se apresenta de seguida está organizada em conformidade com os objetivos específicos do trabalho e pretende responder se o objetivo principal foi alcançado, sendo apresentadas as justificações consideradas necessárias, face aos resultados obtidos e apresentados no ponto anterior.

Objetivo número 1: Comprovar a existência de diferentes níveis de carga de trabalho mental dos pilotos na execução das suas missões específicas.

Através do método subjetivo de avaliação da carga de trabalho mental NASA-TLX obteve-se um conjunto de resultados relativos ao índice médio ponderado da carga de trabalho mental. Para a obtenção deste valor em cada uma das tipologias diferentes de missões contribuíram seis dimensões que podem ser divididas em três grupos: as relacionadas com a tarefa (exigências mental, física e temporal); as relacionadas com o comportamento do operador (desempenho e esforço) e a relacionada com a característica individual (frustração).

Em todas as missões consideradas houve efetivamente variações do índice médio ponderado da carga de trabalho dos dois pilotos em simultâneo por tipo de missão. Apesar de não se verificarem diferenças estatísticas significativas entre elas, comprova-se a existência de diferentes níveis consoante a tipologia da missão. Os níveis globais de carga de trabalho apresentam-se de um modo geral com resultados em torno dos valores médios, pois as variações oscilam entre os 46,11% e os 67,22%. A grande maioria da literatura refere que uma carga de trabalho contínua (por exemplo durante vários minutos) igual ou superior a 80% é aproximadamente o ponto a partir do qual o desempenho pode começar a diminuir (Linton, Jahns & Chatelier 1977). Não se pretendeu medir cargas de trabalho características de fases específicas de voo, indutoras de um maior ou menor nível de carga associada a cada uma delas, e como tal não se pode aferir considerações relativas a “picos” contínuos de carga de trabalho. O que se pretendeu foi uma avaliação global da missão considerando todas as fases do voo e os resultados demonstraram diferenças entre as missões. Os níveis de carga de trabalho das

fases de uma missão variam com o tipo de missão e pela influência de eventos externos (GARTEUR, 2003).

De referir que foram englobados na avaliação subjetiva dos pilotos as condições em que as missões se realizaram, ou seja se foram efetuadas de dia ou de noite, qual a duração da missão, em que condições os pilotos desempenharam a missão, se com referências visuais externas ou sem elas e, se foram utilizados dispositivos de visão noturna. A ausência ou a presença destas condições contribui para a avaliação subjetiva dos pilotos e conseqüentemente influenciaram os resultados da medição do nível global da carga de trabalho. As exigências impostas pela tarefa ou pelas tarefas durante a sua execução pelo operador podem ser alteradas por inúmeros fatores (como por exemplo, relacionados com o ambiente, falhas do sistema e erros do operador) e que são exclusivas para essa ocorrência. Estes fatores de incidente podem contribuir para subtis ou substanciais fontes de variabilidade de carga de trabalho imposta, ao passar de uma tarefa para outra (Hart & Staveland, 1988). Esta variabilidade expressa-se não só pelas características da tarefa mas também é estabelecida pela avaliação subjetiva dos pilotos. A percepção da quantidade de trabalho que lhes é imposta, o nível de esforço necessário, o sucesso ou insucesso em ter atingido os objetivos, a pressão temporal para cumprir a tarefa, as conseqüências fisiológicas e psicológicas que a execução da tarefa representou, podem indicar variabilidade entre os pilotos e conseqüentemente influenciar resultados. Assim, a avaliação individual de carga de trabalho pode refletir a sua avaliação de dificuldade da tarefa enquanto, para outros pode refletir o nível de esforço necessário. É impossível identificar a fonte ou fontes de uma avaliação de carga de trabalho pela magnitude de um valor numérico (Hart & Staveland, 1988).

Torna-se difícil assim justificar as diferenças entre os vários níveis de carga de trabalho das missões em questão, pois como já foi referido existem um conjunto de fatores que lhes estão associadas e que não se conseguem particularizar. O que se pode aferir é que se confirma parcialmente a primeira hipótese, tendo-se formulado, que os tipos de missão avaliados pela amostra como tendo níveis de complexidade mais baixos, os níveis de carga mental sejam mais baixos. Efetivamente as missões consideradas como sendo menos complexas, foram medidas como tendo níveis de carga de trabalho menores: a missão de vigilância marítima em ambiente diurno foi considerada como sendo a que menor carga de trabalho induziu nos pilotos (46,11%) e está associada ao

nível mais baixo em termos de complexidade da missão (2,5); de seguida surge a missão de transporte aéreo geral com um nível de carga de trabalho de 55,95% e que está associado ao segundo nível de complexidade da missão (2,81). A explicação por um lado, pelo facto de que estes dois tipos de missão terem um nível de exigência menor, comparativamente aos outros tipos de missão. Por exemplo, e de acordo com Kakimoto *et al.* (1988), os pilotos de uma missão de transporte raramente experimentam efeitos de *stress* relacionados com forças de aceleração. Para além disso, o instrumento de piloto automático é frequentemente utilizado nestas missões, reduzindo talvez a carga de trabalho. Por outro lado, está eventualmente associada ao facto de que estes dois tipos de missão tenham tido uma contribuição maior para os resultados de todas as missões. Representam em conjunto cerca de 70,11%, comparativamente à percentagem verificada nas outras missões (14,94% relativo às missões de evacuações aeromédicas em ambiente diurno, 3,44% nas missões de busca e salvamento, 9,19 % nas missões de lançamento de paraquedistas e 2,29% nas missões de lançamento de carga aérea). No entanto poder-se-á afirmar em termos gerais, que as missões consideradas mais complexas, relativamente às menos complexas, apresentam níveis médios superiores de carga de trabalho mental.

Para concluir pode-se afirmar que o primeiro objetivo foi concluído na totalidade e a primeira hipótese confirmada parcialmente.

Objetivo número 2: Identificar e comparar os resultados dos níveis globais de carga de trabalho mental dos pilotos, consoante a tipologia da missão e a sua função de comando.

Para responder ao segundo objetivo obtiveram-se assim os resultados relativos ao nível médio ponderado de carga de trabalho nas diferentes missões, quanto à função de comando na aeronave, ou seja, do piloto comandante e do copiloto. Estes resultados como já referido anteriormente obtiveram-se pelo método de avaliação subjetiva e utilizando a técnica NASA-TLX

Identificaram-se diferenças de níveis globais de carga de trabalho entre o piloto comandante e o copiloto nos vários tipos de missões, no entanto sem se verificar diferenças significativas em termos estatísticos, com exceção das missões de busca e salvamento em que houve um maior nível de carga de trabalho para o copiloto, como já foi descrito,

A distribuição da responsabilidade em voo e de controlo de tráfego aéreo pode muito bem ser um dos mais importantes fatores que influenciam a carga de trabalho (Kantowitz & Casper, 1988). Diversos autores têm identificado a posição de comando como um fator responsável por causar um aumento da atividade fisiológica nos pilotos (Kakimoto, Nakamura, Tarui, Nagasawa & Yagura, 1988). A literatura refere que em termos gerais os níveis globais de carga de trabalho são mais elevados nos pilotos comandantes em relação aos copilotos. Mas a grande maioria destas investigações centram-se em fases de voo específicas que denotam grandes níveis de carga de trabalho nos dois elementos humanos (por exemplo, Hart & Hauser, 1987; Lee & Liu, 2003; Kakimoto *et al.*, 1988).

Comparando os valores dos níveis globais da carga de trabalho entre os pilotos comandantes e os copilotos, verifica-se um maior nível nos pilotos comandantes nas missões de vigilância marítima em ambiente diurno e de lançamento de carga, enquanto nas restantes missões o valor é superior nos copilotos, sendo significativo nas missões de busca e salvamento ($t=.547, p < .05$).

Independentemente da responsabilidade a bordo, ambos os pilotos estão qualificados para voar a aeronave, o que significa uma divisão de tarefas durante todo o voo, ou seja, os pilotos podem controlar a aeronave alternadamente, gerindo a carga de trabalho pelos dois. A forma como a divisão de tarefas se efetua pode estar aliada a um conjunto de fatores internos e externos. Ao nível interno, por exemplo, a decisão de “passar os comandos” ao copiloto ou um replaneamento em voo. Replanear em voo é uma tarefa comum e pode ser complexa (GARTEUR, 2003). Aliás existe um adágio bastante antigo que refere, “cinco minutos de planeamento no chão pode demorar 10 minutos a executar em voo”. Ao nível externo, como emergências, alterações de condições atmosféricas, situações inesperadas, etc.

É difícil de quantificar as diferenças de responsabilidade entre o piloto comandante e o copilo na mesma missão. É lógico que a “responsabilidade total” de tomada de decisão e de supervisão, cabe indiscutivelmente ao piloto comandante, mas o copiloto não deixa de forma alguma de “sentir” a responsabilidade quando controla a aeronave. Colocam-se então várias questões: qual das responsabilidades é mais importante no decorrer da missão? Existem diferenças significativas na perceção individual de cada uma das responsabilidades? A perceção do grau de responsabilidade do piloto comandante é

maior quando está aos comandos da aeronave? São efetivamente perguntas com respostas muito difíceis e acima de tudo de quantificar.

Pode-se inferir talvez, que as diferenças obtidas entre a carga de trabalho dos pilotos comandantes e dos copilotos poderão estar eventualmente relacionadas com dois fatores: o primeiro, como o maior ou menor grau de percepção de responsabilidade dos dois pilotos nas missões específicas e associadas às características de cada missão; o segundo, pelo maior ou menor tempo despendido pelos pilotos em tarefas de maior responsabilidade. De acordo com Kakimoto *et al.* em 1988, provavelmente os pilotos comandantes têm mais responsabilidade nas missões em que apresentam maiores níveis de carga de trabalho. Quanto às missões em que os pilotos comandantes apresentaram menores níveis de carga de trabalho, talvez os efeitos da responsabilidade fossem “mascarados” pelo grande nível de experiência de voo (Kakimoto *et al.*, 1988). O mesmo se pode justificar quanto aos maiores níveis de carga de trabalho nos copilotos, pela maior responsabilidade nessas missões e eventualmente pela menor experiência de voo.

Em termos de conclusão e decorrentes deste objetivo surgiram duas hipóteses. Uma hipótese em que se formulou que, “a função de comando piloto comandante imponha resultados de carga mental mais elevados” e que não se confirmou, pois os resultados obtidos não se apresentam estatisticamente significativos ($t = -1.501$, $p > .05$); e a outra hipótese, tendo sido afirmado que, “independente do tipo de missão o nível de carga mental na função de comando de piloto comandante é sempre mais elevado comparativamente à função de copiloto”, que se confirmou apenas parcialmente mas estatisticamente não significativos.

Objetivo número 3: Identificar qual das dimensões (exigências) mais contribui para a valoração do nível global de carga de trabalho mental dos pilotos, em função dos diferentes tipos de missão e da função de comando.

Ao estabelecer o terceiro objetivo pretendeu-se identificar qual das dimensões que compõem o NASA-TLX foi a maior contribuinte para a valoração do nível global da carga de trabalho mental do piloto comandante e do copiloto em função dos diversos tipos de missão. Para responder a este objetivo foi designada a hipótese de que “a dimensão exigência mental é a que mais contribui para a valoração da carga mental.”

Para tal foram comparadas as médias correspondentes às seis dimensões componentes da carga de trabalho de todo o conjunto de questionários NASA-TLX (N=174) em que se verificou que a dimensão que mais contribuiu em relação a todas as outras foi a dimensão exigência temporal ($r=.602$, $p < .05$).

Os pilotos são confrontados com os efeitos variáveis de fatores de *stress*, como por exemplo a pressão temporal, o aumento da ansiedade, e significativos fatores ambientais (Lee & Liu, 2003). As missões avaliadas pelos pilotos desenvolveram-se em ambiente real, com todos os condicionantes associados e com um elevado número de fatores que interagem mais ou menos intensamente entre si. Sendo a carga de trabalho uma interação complexa de todos estes fatores e podendo ser originada pela interação dinâmica de todas as exigências impostas, não se afigura como surpresa o facto de surgir a pressão temporal como a exigência com uma correlação maior, face às outras exigências.

Tem sido reportado que a pressão temporal é um dos mais significativos fatores de *stress* que se experimenta durante a vida ativa de trabalho (Lee & Liu, 2003). Além disso, segundo Edland (1985), as mudanças sistemáticas no processo cognitivo ocorrem quando as decisões têm que ser realizadas sob pressão temporal. A exigência temporal é um fator, que aumenta a carga de trabalho e o *stress* ao piloto (Grau, 2001).

Pode-se justificar este resultado pelo facto de que a exigência temporal seja um componente importante na fase de descolagem, em que os pilotos têm que estar devidamente treinados para lidarem com eventuais constrangimentos temporais que surjam durante esta fase crítica, adotando as estratégias adequadas para lidarem com estas situações de forma a facilitar o julgamento e a tomada de decisão quando o tempo é extremamente restrito; pelo aumento de *stress* provocado pelas pressões temporais durante qualquer fase de aproximação para a aterragem, seja em condições visuais ou por instrumentos (Roscoe, 1978). Nesta fase de voo os pilotos têm que executar várias tarefas num espaço de tempo reduzido (por exemplo, colocar o trem em baixo, controlar a velocidade, controlar “*flaps*”, manter a estabilidade da aeronave, monitorizar parâmetros de voo, manter a sua orientação no espaço, etc.).

Para além do exposto do anterior, as características da missão e as exigências que colocam são importantes na perceção subjetiva dos pilotos de qual das dimensões é que

foi mais exigente, num determinado espaço e tempo definido. A exigência temporal foi a que mais contribuiu para a valoração do nível global da carga de trabalho das missões de transporte aéreo geral e das evacuações aeromédicas. Foi a segunda dimensão mais valorizada, a seguir à exigência mental, nas missões de busca e salvamento e de lançamento de carga aérea.

A carga de trabalho das missões de transporte é mais influenciada pelas tarefas mentais do que pelas tarefas físicas (Kakimoto *et al.*, 1988). Para além da exigência mental, a exigência temporal é intensa neste tipo de missão. De referir que a grande maioria das missões são efetuadas de Lisboa para a ilha Terceira, no arquipélago dos Açores e vice-versa. Neste percurso o tempo aproximado de uma viagem e a depender de várias condições oscila entre as quatro e cinco horas de voo. Torna-se importante que os horários sejam cumpridos para que o cumprimento dos planos de voo não sofra alterações significativas que possa aumentar a carga de trabalho, em função dos replaneamentos e decisões inopinadas.

Nas missões de evacuações aeromédicas a pressão temporal é também intensa. A primeira exigência imposta relaciona-se com a prontidão para descolar. Em condições normais e a partir do momento em que é solicitada a ativação da missão, a tripulação deve descolar a aeronave em trinta minutos, como já foi referido anteriormente. A segunda exigência está ligada ao nível de prioridade de uma evacuação. A prioridade de uma evacuação define a velocidade do movimento ou transferência dos doentes ou feridos, e para o seu correto estabelecimento são fundamentais o diagnóstico, o prognóstico e a classificação dos mesmos (*Aeromedical Evacuation Theory- Workbook*, 1996). Assim existem três níveis de prioridade, sendo que o primeiro nível é considerado de prioridade 1/urgente - recolha imediata, num máximo de 2 a 4 horas de modo a salvar uma vida, um membro, a visão, ou para evitar qualquer incapacidade permanente (*Aeromedical Evacuation Theory- Workbook*, 1996).

Nas missões de busca e salvamento existe também uma forte componente de exigência temporal. Esta missão requer que se desenvolva uma ação de busca e salvamento de vidas humanas em que, inúmeras vezes existe alguma incerteza no local exato onde elas se encontram. Este tipo de missão deve ser executada tão rápida e eficientemente quanto possível. A probabilidade de detetar uma vítima ou vítimas depende da prontidão e da rapidez com que se atua e também da concentração da tripulação na pesquisa da área de busca.

Quanto à missão de lançamento de carga aérea está ligado também a exigências temporais. Estas exigências prendem-se normalmente com a hora e local em que uma determinada carga tem que ser lançada.

Do exposto pode-se concluir que o objetivo foi alcançado, tendo-se identificado que a exigência temporal foi a que mais contribuiu para a valoração do nível global de carga de trabalho mental do piloto e do copiloto nos diversos tipos de missão. No entanto a hipótese criada para responder a este objetivo em que, a dimensão exigência mental é a que mais contribui para a valoração da carga mental, não foi confirmada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Limitações do trabalho realizado

Alguns aspetos relacionados com as limitações do trabalho realizado merecem alguma especial atenção, nomeadamente os aspetos ligados a questões metodológicas e que por vários motivos limitaram ou tornaram menos ricos os resultados obtidos. No desenrolar das etapas de desenvolvimento do estudo e apesar de existirem algumas dificuldades pontuais que surgem, torna-se evidente que à medida que o trabalho se aproxima dos resultados finais, a percepção de que algum procedimento metodológico poderia ter sido diferente ou organizado de outra forma, vai aumentando na consciência do investigador. E esta consciência atinge o auge quando se obtêm os resultados, se discutem e se conclui.

E a primeira questão que se expõe relaciona-se com a ausência de dados relativos às missões que foram definidas no início do estudo, lembrando o número total de 15 classificadas de tipologia diferente e que apenas se realizaram 6 tipos de missão. Admitiu-se que o espaço temporal definido de quatro meses seria suficiente para que se obtivesse um maior número de missões diferentes e por consequência um maior volume de dados que permitisse uma diversificação de resultados e aumentasse a sua relevância. Isto não ocorreu e claramente houve uma limitação no estudo, que resultou num número inferior de diferentes tipos de missões para relacionar com a carga de trabalho mental dos pilotos.

O segundo aspeto que pode ter sido uma limitação ao estudo foi a diferença entre a quantidade de missões que se realizaram no período de recolha de dados, relativamente à diferente tipologia. Na realidade efetuaram-se um maior número de missões de um determinado tipo, do que de outro, de tal forma que os resultados inerentes possam não ter sido tão importantes. Obviamente que a ocorrência regular de um tipo de missão em função de outra é um facto incontornável, pois enquanto umas se efetuam com uma periodicidade constante, outras só se realizam quando existe necessidade de as cumprir, como é o caso de acontecimentos extraordinários, como evacuações aeromédicas ou situações de busca e salvamento de vidas humanas. Um número superior de missões realizadas, por exemplo, as de busca e salvamento e as de lançamento de carga aérea, iria consolidar e enriquecer os resultados obtidos.

2. Perspetivas futuras

Baseada na presente investigação podem ser consideradas perspectivas futuras de novas questões de investigação que possam aumentar o conhecimento do contexto da temática do presente estudo.

Uma perspectiva interessante seria o estudo das missões de uma forma segmentada, ou seja nas mesmas tipologias de missão estudadas investigar se existem “picos” de carga de trabalho associadas às várias fases de voo, especificamente as que vulgarmente são consideradas mais exigentes em termos de carga de trabalho mental, como a descolagem e a fases finais do voo. Assim seria possível identificar quais as fases de voo que contribuíam para a avaliação do nível global da carga de trabalho em cada missão específica.

Outra questão está ligada ao tempo de duração da missão, ou seja, verificar se o tempo em que é executada uma missão de uma determinada tipologia está relacionado com um aumento da carga de trabalho mental. Poder-se-ia prever em função do tempo de missão o risco associado de fadiga.

Um ponto importante e que iria aumentar o conhecimento neste contexto seria a investigação decorrente da utilização dos equipamentos de visão noturna (*Night vision goggles*) nas missões específicas, de forma a compreender o seu impacto na carga de trabalho mental do piloto. Adicionalmente este tipo de estudo seria talvez considerado de uma maior relevância, uma vez que este género de equipamento está a ser utilizado à relativamente pouco tempo nalgumas aeronaves e missões militares.

Por último, sugere-se, ainda, que seria interessante replicar este estudo, considerando outro “desenho” do mesmo, mas adicionando medidas de avaliação psicofisiológicas, como por exemplo a aplicação de medidas de frequência cardíaca ou de variação de frequência cardíaca. A aplicação de medidas de avaliação subjetivas e de medidas psicofisiológicas e a verificação de correlação entre as duas medidas, iria certamente aumentar a informação e torná-la-ia mais consistente.

CONCLUSÃO

A ambição de voar está talvez patente na humanidade desde tempos muito remotos em que a curiosidade humana procurou observar as aves e desejou libertar-se da terra e percorrer horizontes desconhecidos. Desde os primeiros passos da aviação, em que o “*Flyer*”, em 1903, alcançou uma altitude de 37 metros, uma velocidade de 48 Km/h e permaneceu no ar 12 segundos, até aos complexos sistemas da atualidade, inúmeras mudanças ocorreram. Mudanças que surgiram nas capacidades dos sistemas, nas competências do piloto, nas características da tarefa, no meio ambiente e consequentemente nas interações de todos estes elementos.

O conceito multifacetado de carga de trabalho está intimamente ligado a todo este conjunto de mudanças. Afirmando-se talvez que a carga de trabalho se transformou, de uma “exigência física” para uma “exigência mental”, dos primórdios à atualidade. No início, pela necessidade de dispêndio de energia física para manobrar o avião, ao século XXI, pela necessidade de dispêndio de “energia” mental, para gerir os sistemas atuais das aeronaves. A preocupação crescente em compreender as limitações do tripulante em operar o sistema, foi aumentando à medida que o desenvolvimento tecnológico aumentava a capacidade operacional de explorar o voo, contribuindo para o incremento da segurança e para o equilíbrio da carga de trabalho. Mas a linearidade e a transparência deste equilíbrio não se afigura como uma verdade absoluta.

A investigação tem dedicado muita atenção ao estudo da carga de trabalho mental. Muitas questões têm sido colocadas ou podem ser equacionadas relativamente a esta temática, como por exemplo: quão complexa é a tarefa? Em que medida o operador se encontra envolvido na mesma? É o operador capaz de desempenhar tarefas adicionais e em simultâneo com a tarefa principal? É ele/ela capaz de responder a quaisquer estímulos em particular? Qual é o estado funcional do operador no momento em que executa as suas tarefas? E são as respostas a estas questões que aumentam o conhecimento.

A justificação para o interesse da investigação, em primeiro lugar, relaciona-se com a contribuição do presente estudo para o aumento do conhecimento relativo à carga de trabalho mental dos pilotos na execução das suas tarefas e na decorrente interação com um sistema complexo como é a aeronave C295-M. Para tal, é fundamental compreender a complexidade das missões e perceber que missões são mais indutoras de carga de

trabalho mental dos pilotos. Em segundo plano, pela crescente relevância das missões que estão atribuídas aos pilotos da Esquadra 502 “Elefantes”, quer ao nível nacional quer a nível internacional, no âmbito exclusivamente militar ou no âmbito das missões consideradas de interesse público, como as operações de busca e salvamento, as operações de vigilância marítima e as operações de evacuações aeromédicas. Aliás, de acordo com o Anuário Estatístico da Força Aérea de 2011, cerca de 1326 horas de voo foram empregues nas missões citadas anteriormente e que corresponde sensivelmente a 40% da totalidade das horas voadas. Como consequência o objetivo do estudo foi o de investigar qual o nível de carga de trabalho mental imposta aos pilotos durante o cumprimento das suas missões em ambiente real.

O caráter inovador do estudo está relacionado com a particularidade de que, por um lado, este foi desenvolvido em ambiente real de operação, com missões reais, permitindo um maior realismo na observação e interpretação dos dados. Por outro, a sua aplicação no meio militar, com forte ligação à sociedade civil pela realização de missões de interesse público e pelos efeitos dos resultados que essas missões desencadeiam nas populações. Por último, pela escassez de estudos relacionados com esta temática a nível nacional e em termos aeronáuticos.

Da revisão da literatura foi possível explicar o caráter complexo da carga de trabalho mental, as suas características, expor alguns modelos da carga de trabalho e quais os fatores e fontes de carga de trabalho. Para além disso procurou-se caracterizar as tarefas e as missões dos pilotos, o ambiente em que se desenrolam e o sistema que operam.

A multidimensionalidade da carga de trabalho e os múltiplos conceitos inerentes, encerram um conjunto de elementos que são considerados importantes na sua caracterização. Destacam-se assim os elementos-chave da sua caracterização: a exigência da tarefa, a capacidade e os recursos disponíveis do piloto para cumprir essa exigência, o tempo disponível e a carga experimentada.

Os pilotos operam assim, num ambiente hostil e extremamente agressivo em termos fisiológicos, caracterizado por tarefas complexas, exigentes e simultâneas, com inúmeras pressões temporais, em que os recursos disponíveis frequentemente colidem com a capacidade de desempenho. Implícita nesta abordagem é a convicção de que à medida que a dificuldade da tarefa (carga de trabalho) aumenta, o desempenho geralmente

decrece, existe um aumento dos tempos de resposta e ocorrência de erros, aumento da dificuldade de controlo, menos tarefas são executadas por unidade de tempo e as estratégias de desempenho modificam-se (Huey & Wickens,1993) e, conseqüentemente a menor capacidade residual para atender a outras questões.

Após a recolha da informação necessária, o presente estudo pretendeu avaliar o trabalho do piloto militar durante a realização das suas missões, visando estabelecer possíveis relações entre a carga de trabalho mental e a sua função de comando e o tipo de missão. Os dados foram retirados num conjunto de seis tipos de missões diferentes e com distintos níveis de complexidade.

Da análise dos resultados concluiu-se que o índice médio ponderado da carga de trabalho referente aos pilotos comandantes e copilotos no conjunto de todas as missões se situou entre um valor médio de 55,69%. O valor aferido não significa que em determinadas fases de voo não possa existir uma percepção de carga de trabalho mais elevada. Ela existe efetivamente em fases distintas, como refere a literatura. O que se pode afirmar é que o resultado tem uma dimensão numérica que permite uma informação importante sobre a estimativa de carga de trabalho avaliada pelos pilotos.

Concluiu-se também que o índice médio ponderado da carga de trabalho é mais elevado nos copilotos do que nos pilotos comandantes no entanto sem apresentarem significância em termos estatísticos, o que revela uma boa gestão de carga de trabalho na cabina. Significa deste modo, que existe uma correta utilização do conceito de “quem faz o quê, como e quando”. Por outras palavras, as tarefas são desenvolvidas na perspetiva do “espírito e trabalho em equipa” em que o conceito de sinergia é indispensável para um excelente desempenho quando se trabalha nestas condições. A existência de uma racional distribuição de funções e respetivas tarefas e a responsabilidade inerente a quem “voa o avião” e a quem “não está a voar o avião” é fundamental.

Resultou também que os níveis mais baixos de complexidade da missão avaliados pelos pilotos associaram-se a índices médios ponderados de carga de trabalho também mais baixos. O desafio percebido durante a preparação de uma missão específica afeta a sua carga de trabalho mental durante a execução da missão (Svensson *et al.*,1993). Admite-se assim, que se o piloto tem a percepção de que uma missão é mais complexa ou menos complexa, também terá a percepção de que a carga de trabalho imposta nessa missão será

maior ou menor consoante o nível de complexidade. A percepção da complexidade que envolve a missão revela-se assim de extremo interesse e que poderá estar relacionada com o desafio imposto na preparação da missão e o risco percebido associado à complexidade. O risco percebido de uma missão poderá, portanto, ser um aspeto importante na missão, afetando o humor do piloto, e logo, o desempenho (Svensson *et al.*,1993).

Outra das conclusões que se pode retirar do estudo é que a dimensão exigência temporal foi a que mais contribui para a valoração do índice médio ponderado de carga de trabalho de todas as missões efetuadas pelos pilotos e copilotos. Não é surpresa, pois a exigência temporal está associada a um elevado nível de *stress* e naturalmente a contribuir grandemente para a carga de trabalho. Em todas as missões efetuadas, ou na maioria das missões operacionais, a limitação do tempo para executar uma ou mais tarefas é um fator que está sempre presente e para o qual os pilotos necessitam muitas vezes de desenvolverem estratégias para minimizar as possíveis consequências da presença deste fator.

Baseado nestas conclusões e assente nos resultados do estudo pode-se afirmar que o objetivo geral proposto inicialmente foi atingido, ou seja, foi avaliado o trabalho do piloto militar na execução das missões tendo-se estabelecido relações entre a carga de trabalho mental, a função de comando e o tipo de missão.

Conclui-se, portanto, que a carga de trabalho mental medida em todas as tipologias de missões se situa em níveis médios, não existindo diferenças significativas entre a função desempenhada pelo piloto comandante e pelo copiloto e que a dimensão exigência temporal foi a que mais contribuiu para a valoração do índice médio ponderado de carga de trabalho mental na avaliação das duas funções a bordo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams M.J., Tenney Y.J. and Pew R.W. (1991). *Strategic workload and the cognitive management of advanced multi-task systems*, Crew Systems Ergonomics Information Analysis Center, Wrigth-Patterson Air Force Base, Ohio, USA.

Aday, L.A. (1989). *Designing and conducting health surveys: A comprehensive guide*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Air Force. (1993). *Aerospace physiology*. Randolph Air Force Base, Texas: Department of The Air Force, Headquarters Air Education and Training Command,.

Alexandre, C.,W.,J.,Andrade de F.,D.,Vasconcelos de P.,A.,Araujo da S.,M,A.,Batista,J.,M. (2003). *Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item*. Obtido em 02 de Setembro de 2011, de http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0201_0741.pdf

Alfredson, J. (2007). *Differences in Situational Awareness and How to Manage Them in Development of Complex Systems (Dissertation)*. Linköping University: Linköping,.

Amalberti R. (1996). *La conduite des systemes à risques*. Presses Universitaires de France, collection le Travail Humain:Paris.

Anuário Estatístico da Força Aérea Portuguesa. (2011).

Archer, S. (1998). *Improved Performance Research Integration Tool (IMPRINT). Analysis Guide 4.0*.Aberdeen, MD: HRED, Army Research Lab.

Arlington, C. M., & Logan, G.D. (2004). The cost of a voluntary task switch. *Psychological Science*, 15(9), 610-615.

Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory. (1987). *Subjective Workload Assessment Technique (SWAT): A User's Guide*. Dayton. OH: AAMRL, Wright Patterson AFB.

Beatty, J. . (1982). Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources *Human Perception and Performance*, 2, 556 - 566.

Boff, K.R.,& Lincoln, J.E. (1988). *Enginneering Data Compendium:Human perception and performance*. AAMRL, Wright-Patterson AFB,OH.

Bortolussi, M.R., Hart, S.G., Shively, R.J. (1989). Measuring moment-to-moment pilot workload using synchronous presentations of secondary tasks in a motion-based trainer. *Aviation and Space Environment medicine*. 1989;60:124-9.

Broadbent, D. N. (1971). *Decision and Stress*. New York: Academic Press.

Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung. . (Junho de 2010). *Jahresbericht 2004-2008*. Obtido em 13 de Maio de 2012, de http://www.bfu-web.de/cln_005/nn_223648/DE/Publikationen/Statistiken/statistiken__node.html.: <http://www.bfu-web.de>

C.D., H. B. (1993). *Workload transition: implications for individual and team performance*, National Academy Press, Washington DC, USA.

Cain, B. (s.d.). A Review of the Mental Workload Literature. RTO-TR-HFM-121-Part-II.

Carroll, J. (1976). Psychometric tests as cognitive tasks: A new "structure of intellect". In L.B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Carver, C.S., & Scheier, M.F. . (1998). *On the self-regulation of Behavior*. New York: Cambridge university Press.

Casali, J.G. and Wierwille, W.W. (1983). "A comparison of rating scale, secondary-task, physiological, and primary-task workload estimation techniques in a simulated flight task emphasizing communications load. *Human Factors* 25(6): 623-641.

Castillo, J. J. e Villena J. (2005.). *Ergonomia. Conceitos e Métodos*. Lisboa, DINA Livro.

Castor, M., Hanson, E., Svensson, E., Nählinder, S., LeBlaye, P., MacLeod, I., Wright, N., et al. (2003). *GARTEUR Handbook of Mental Workload Measurement. Group of Aeronautical Research and Technology in Europe Technical Paper 145*.

Cilliers, M. (1992). *An empirical investigation into the measurement of Fixed Wing fighter pilot workload*, Doctoral thesis, University of Stellenbosch.

Colle, H.A. and Reid, G.B. (1999). "Double trade-off curves with different cognitive processing combinations: Testing the cancellation axiom of mental workload measurement theory." *Human Factors* 41(1): 35-50.

- Comens P, Reed D, Mette M. (1987). Physiological response of pilots flying high-performance aircraft. *Aviation, Space, and Environmental Medicine.* , pp. 58:205-10.
- Corker. K.M. & Smith, B. (1993). *An architecture and model for cognitive engineering simulation analysis application to advanced aviation automation.* . American Institute of Aeronautics and Astronautics, p.1079-1088.
- Corwin,H.W., Sandry-Garza, L.D., Biferno,H.M.,Boucek, Jr.P.G. (1989). *Assessment of crew workload measurements methods, techniques and procedures- Volume II - Guidelines for the Use of Workload Assessment Techniques in Aircraft Certification.* Obtido em 30 de Junho de 2012, de <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a217067.pdf>
- Cunha, da A.,M.,L. (2007). *Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes - tese de mestrado em probabilidades e estatística apresentada à Universidade de Lisboa Faculdade de Ciências.* Obtido em 20 de Janeiro de 2012, de http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1229/1/18914_ULFC072532_TM.pdf
- Curry, R., Jex, H., et al. (1979). *Final report of the control engineering group. Mental Workload: Its theory and measurement.* N. Moray. New York: Plenum Press: 235-253.
- Damos, D. (1984). Classification Systems for Individual Differences in Multiple-Task Performance and Subjective Estimates of Workload. *Proceedings of the Twentieth Annual Conference on Manual Control.* Sunnyvale, CA.
- De Waard, D. (1996). *The measurement of driver's mental workload.* University of Groningen: Traffic Research Center.
- Durbin, B.D.,Havir, J.T.,Kennedy,S.J.,Pomranky,A.R. (2003). *Assessment of RAH-66 Comanche pilot crew station interface for the force development test and experimentation I (FDTEI).* Army Research Laboratory.
- Dyer, R.F., Matthews, J.J., Wright, C.E., and Yudowitch, K.L. . (1976). *Questionnaire construction manual.* U. S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Fort Hood, Texas.
- Eckenrode, R.T.,and Abbot, W.C. (1950). *The response of man to his environmental.* Darien,CT:Dunlap & Associates.
- Edland, A. (1985). *Attractiveness judgments of decision alternatives under time pressure.* Stockholm, Sweden:Department of psychology, University of Stockholm, Cognition and decision research Unit.

Eggemeier, F.T., Wilson, G.F., et al. (1991). Workload assessment in multi-task environments. . In *Multiple task performance*. . D.L. Damos. London, GB, Taylor & Francis, Ltd.: 207-216.

Ellis, G.A. and Roscoe, A.H. (1982). *The airline pilot's view of flight deck workload: A preliminary study using a questionnaire*. Royal Aircraft Establishment Technical Memorandum No FS (b) 465.

Endsley M.R. (1988). Design and evaluation for situation awareness enhancement, in Proceedings of the Human Factors Society-32nd annual meeting. (pp. 97-101). Santa Monica CA: The Human Factors Society.

Endsley, M. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. In *Human Factors, Vol. 37(1)* (pp. 32-64.).

Endsley, M.R. (1994). Automation and Situational Awareness, in M.Mouloua and R. Parasuramam (Eds.), *Automation and Human Performance*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1994.

Eysenck, M. (1982). *Attention and arousal. Cognition and performance*. Berlin: Springer.

Federal Aviation Administration. (1993). Airworthiness Standards. FAR Parts 23 and 25, Appendix D. In F. a. Huey, *Workload transition: Implications for individual and team performance*. Washington, DC.: National Academy Press.

Força Aérea Portuguesa. (2006). *Programa da fase avançada em multimotores do curso de instrução de pilotagem*. Ministério da Defesa nacional.

Força Aérea Portuguesa. (2011). *Programa do curso da fase elementar e básica em avião. PDINST 144-26 (A)*. Ministério da Defesa Nacional.

Força Aérea Portuguesa. (2011). *www.emfa.pt*. Obtido em 06 de junho de 2012, de <http://www.emfa.pt/www/esquadra-45-esquadra-502-elefantes>

Funk, K.; Braune, R. (1999). The Agenda Manager: A knowledge-based system to facilitate the management of flight deck activities. Paper presented at the 1999 World Aviation Conference, San Francisco, CA, October 19-21 .

GARTEUR Action Group FM AG 13. (4th de July de 2003). *GARTEUR Handbook of Mental Workload Measurement*. Obtido em 18 de Maio de 2012, de http://www.garteur.eu/Technical%20Reports/FM_AG-13_TP_145.pdf

Gawron, V.J.; Schflett, S.G.; J.C., Miller. (1989). Measures of in-flight workload. In: Jensen, R.S., ed. In *Aviation psychology*. Aldershot: Gower Publishing Company, 1989.

Geddie, J. C., et. al. (2001). NATO Guidelines on Human Engineering Testing and Evaluation. *Paris, FR, North Atlantic Treaty Organisation (NATO), Research and Technology Organisation (RTO) BP 25, F-92201, Neuilly-sur-Seine Cedex, France: 220.*

Gerathewohl, SJ,, Brown, E.L., Burke, J.E. (1978). "Inflight Measurement of Pilot Workload: A Panel Discussion. *Aviation and Space Environmental Medicine, 49 (6), 810-822, 1978 .*

Gierke, H. E. (1976). Physiological and psychological factors in aircraft operations- an overview. *Proc. of AGARD ht Mechanics Panel Symp. on "Aircraft Operational Experience and Its Impact on Safety and Survivability*. Sandefjord, Norway.

Goerres, H.P. (1977). Subjective stress assessment: A new, simple method to determine pilot workload. *Aviation Space and Environmental Medicine 48(6):558-564 .*

Gopher, D., Donchin, E. (1986). Workload-an examination of the concept. In R. L. Boff, *Handbook of perception and human performance* (pp. 41-3). New York: John Wiley and sons.

Gradwell, P.D. (2006). The Earth's atmosphere In Rainford, J.D. and Gradwell, P.D. *Ernst's Aviation Medicine* fourth edition. London: Hodder Arnold.

Grau, Y.J. (2001). Psychological Consequences. In J. Lyons, *Human Consequences of Agile Aircraft*. RTO-TR-015. BP 25, 7 RUE ANCELLE, F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX, FRANCE.

Green, R., & Al., M. e. (1993). *Human Factors for Pilots*. Aldershot, England: Avedury technical.

Grier, R. (2008). The redline of workload: Theory, research and design. A panel. To be presented at the 52nd Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, September 22–26, in New York.

Hallet, P.E. (1986). Eye movements. In K.R. Boff, L. Kaufmann and J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance*, Vol. I., Sensory processes and perception (pp.10/1 - 10/112). New York: Wiley & Sons.

Hancock, P.A., & Warm, J.S. (1989.). A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors*, 31. , pp. 519–537.

Hankins, T.,C.,Wilson, G.F. (1998). A comparison of heart rate, yee activity, EEG and subjective measures of pilot workload during flight. *Aviation and Space Environmental Medicine* 1998;69:360-7 .

Hart S. G., and Bortolussi. (1983). Pilot Errors as a Source of Workload. *Proceedings of the Second Symposium on Aviation Psychology*. Columbus, OH.

Hart, S. G. & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (task Load Index): results of empirical and theoretical research. In P. A Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (pp. 139 – 183): Amsterdam.

Hart, S. G. (2006.). NASA-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later. *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 50th Annual Meeting* (pp. 904-908). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

Hart, S.G. (1982). Theoretical basis for workload assessment research at NASA-Armes Research Center. *Proceedings of the workshop on flight testing to identify pilot workload and pilot dynamics.(AFTEC-TR-82-5)*, (pp. 445-470).

Hart, S.G., Hauser, J.R. . (1987). Inflight application of three pilot workload measurement techniques. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 58,402-410.

Hart, S.G., Wickens, C.D. (1990). Workload assessment and prediction. In *In H.R. Booher (Ed.), Manprint: An emerging technology, advanced concepts for integrating people, machine, and organizations* (pp. 257-296). New York: Van Nostrand Reinhold.

Hart. S.G. (1986). Theory and measurement of human workload. In I. J. Zeidner(Ed.), *Human Productivity Enhancement* (pp. 496-555). New York: Praeger.

Hendy, K.C., East, K.P., & Farrell, P.S.E. (2001.). An information processing model of operator stress and performance. In P. H. (Eds.), *Stress, workload and fatigue* . (pp. 34-80.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Huey, F.M.; Wickens, C.D. (1993). *Workload transition: Implications for individual and team*. Washington, DC: National Academy Press.
- Iani, C. & Wickens, C.D. (2004). *Factors Affecting Task Management in Aviation*. Aviation Human Factors Division Institute of Aviation Technical Report AHFD-04-18/NASA-04-7.
- Iavecchia, H. P., Linton, P. M., Bittner, A. C., Jr., & Byers, J. C. (1989). *Workload assessment during day and night missions in a UH-60 Blackhawk helicopter simulator. Proceedings of the Human Factors Society 33rd Annual Meeting (pp. 1481-1485)*. Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Instituto Nacional de Estatística, I.P. . (2010). *Classificação Portuguesa das Profissões* . Lisboa Portugal.
- Isreal, J. B., Wickens, C. D., Chesney, G. L, & Donchin, E. . (1980). The event related brain potential as an Index of display-monitoring workload. *Human Factors*, 22, 211 - 224.
- Isreal, J., Chesney, G., Wickens, C. D., & Donchin, E. (1980). P300 and tracking difficulty: Evidence for a multiple capacity view of attention. *Psychophysiology*, 17, 259–273.
- Jex, H.R. (1988). Measuring mental workload: Problems, progress, and promises. In P. H. Meshkati., *Human Mental Workload*. (pp. 5-39.). Amsterdam, NL: Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland).
- Johannsen, G., & Rouse, W.B. (1983). Studies of planning behavior of aircraft pilots in normal, abnormal, and emergency situations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-13(3)*, 267-278.
- Johannsen, G., Moray, N., Pew, R., Rasmussen, J., Sanders, A., & Wickens, C. . (1979). *Final report of experimental psychology group. In N. Moray (Ed.), Mental Workload, Its theory and measurement (pp. 101 -114)*. . New York: Plenum Press.
- Johnson, E.M. . (1991). Forward. In A. e. (eds), *Handbook of Military psychology*, Chichester, John Wiley & Sons, pp.xxi-xxiv.
- Johson, B. (2002). *In AERA Division D: Measurement and Research Methodology Forum [online]*. Southalabama, Nov. 19. Available from internet: <AERA-D@asu.edu>.

- Jöreskog, K.G. & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural Equation Modeling with the SIMPLIS command language*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale.
- Jöreskog, K.G. & Sörbom, D. (1984). LISREL VI. Analysis of Linear Structural Relationships by Maximum Likelihood, Instrumental Variables, and Least Squares Methods. Department of Statistics: University of Uppsala, Sweden.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs: NJ: Prentice.
- Kakimoto, Y., Nakamura, A., Tarui, H., Nagasawa, Y., Yagura, S. (1988). Crew workload in JASDF C-1 transport flights: change in heart rate and salivary cortisol. *Aviation and Space Environmental Medicine*. 1988;59:511-6 .
- Kantowitz, B. &. (1983). *Human factors: Understanding people-system relationships*. New York: Wiley.
- Kantowitz, B.H. (1988). Mental Workload. . In P. H. (Ed.), *Human Factors Psychology* (pp. 81-119). Amsterdam: Elsevier Science publishers BV.
- Kantowitz, H.B., Casper, A.P. (1988). Human workload in aviation. In *Human Factors in Aviation*. Academic Press, Inc.
- Kern, T. (1997). *Redefining airmanship*. McGraw-Hill.
- Kramer, A.F. (1991). Physiological metrics of mental workload: A review of recent progress. In D. L. Damos (Ed.), *Multiple task performance* (pp. 279-328). London: Taylor & Francis.
- Kramer, A.F., Sirevaag, E.J., et al. (1987). "A psychophysiological assessment of operator workload during simulated flight missions.". *Human Factors* 29(2): 145-160. , pp. 145-160.
- Kruger, A. (2005). *A systems approach to the assessment of mental workload in a safety-critical environment*. Pretoria: University of Pretoria.
- Lacomblez, M., SILVA, A. e FREITAS, I. (1996). *Ergonomia e Antropometria*. Lisboa, Universidade Aberta.
- Larson, G.E., Merritt, C.R., & Williams, S.E. (1988). Information processing and intelligence: Some implications of task complexity. *Intelligence*, 12, 131-147 .

- Lauderman, I.V., & Palmer, E.A. (1995). Quantitative measurement of observed workload in the analysis of aircrew performance. *International Journal of Aviation Psychology*, 5, 187-197.
- Lee YH, Liu BS. (2003). Inflight Workload Assessment: comparison of subjective and physiological measurements. *Aviation Space and Environmental Medicine* 2003 Oct;74(10):1078-84.
- Lenné, M. et al. (2004). *Review of recent research in applied experimental psychology: Implications for counter measure development in road safety*. Monash University Accident research Centre- Report documentation.
- Lewis CE, Jones WL, Austin F., Roman J. (1967). Flight research program IX. medical monitoring of carrier pilots in combat II. *Aerospace medicine*.38:581-92 .
- Linton,M.,P., Jahns,W.,D., e Chatelier,R.,P. (1977). Operator Workload assessment model:an evaluation of a VF/VA-V/STOL System. *Methods to assess Workload-AGARD-CPP-216* .
- Lysaght, J. R., Hill, G.S., Dick, A.O., Plamondon, D.B., Linton M.P., Wierwille, W.W., Zaklad, L.A., Bittner, C.A. Jr., and Wherry, J.R. . (1989). *Operator Workload: Comprehensive Review and Evaluation of Operator Workload Methodologies. Technical Report 851. United States Army Research Institute for the behavioural and Social Sciences*. Obtido em 23 de Junho de 2012, de <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADA212879>
- Mackintosh, N.J. & Colman, A.M. (1995). *Learning and skills*. London: Longman Group, Ltd.
- Magnusson, S. & Berggren, P. (2002). Dynamic assessment of pilot mental status.In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 46th Annual Meeting. (Baltimore, MD). Human Factors and Ergonomics Society: Santa Monica, CA.
- Magnusson, S. (2002). Similarities and differences in psychophysiological reactions between simulated and real air-to-ground missions. *International Journal of Aviation Psychology*. Vol. 12(1), pp. 49-61 .
- Martin, T. and Rodenberg, H. (1996). *Aeromedical Transportation: a clinical guide*. Hants, Avebury Aviation.

- McGuinness B. (1995). Situational Awareness measurement in cockpit evaluation trials, in *Situational Awareness: Limitations and Enhancement in the Aviation Environment. AGARD CP 575, 1995, Paper 8.*
- Meister, D. (1985). *Behavioral Analysis and Measurement Methods*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Meshkati, N., Hancock, P. A. and Rahimi, M . (1992). *Techniques in mental workload assessment*. California.
- Meshkati, N., Hancock, P.A., et al. . (1995). *Techniques in mental workload assessment. Evaluation of human work. J. Wilson. London, GB, Taylor & Francis, Ltd.*
- Meshkati, N. (1988). Heart rate variability and mental workload assessment. In P.A. Hancock & N. Meshkhati (Eds), *Human Mental Workload* (pp. 101-116). Amsterdam: North-Holland Press.
- Miller, R.C. & Hart, S.G. (1984). Assessing the subjective workload of directional orientation tasks. *Proceedings of the 20th Annual Conference on manual Control. (NASA CP-2341)* (pp. 85-96). Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration.
- Ministério da Defesa Nacional. Força Aérea. Comando Aéreo. (2011). *Manual de Procedimentos de Operação de Socorro em Aeronave C-295M*.
- Mitchell, D. (2000). *Mental workload and ARL workload modeling tools*. Aberdeen Proving Ground, MD, US Army Research Laboratory, Human Research & Engineering Directorate: 35.
- Montmolin, M. . (1990.). *A Ergonomia. vol. 6, col. «Sociedade e Organizações»*., Lisboa, Instituto Piaget,.
- Moray, N. (1979). Mental Workload: Theory and measurement. *Proceedings of the IEEE national aerospace and electronics conference* (pp. 789-795). New York: Plenum.
- Morgan Jr. B.B., Herschler D.A., Weiner E.L. and Salas E. (1993). *Implications of automation Technology for aircrew coordination and performance in Human/technology in complex systems, vol 6, pp105-136*. W.B. Rouse Ed., JAI Press Inc., Middlesex England.

Mulder, G., Mulder, L.J.M., et al. (1999). A psychophysiological approach to working conditions. In R. B. Boucsein., *Engineering psychophysiology: issues and applications*. (pp. 139-159.). Mahwah, NJ.: Lawrence Erlbaum, Inc.

Nählinder, S. (2009). *Flight simulator training: assessing the potential*. Department of management and engineering. Linköpings universitet, SE-581 83 Linköping, Sweden. Obtido em 1 de Junho de 2012, de <http://www.liu.diva-portal.org/smash/get/.../FULLTEXT01>

Nählinder, S., Berggren, P. & Svensson, E. (2004). Reoccurring LISREL patterns describing mental workload, situation awareness and performance. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting – 2004, HFES New Orleans,. LA. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

NASA. (1986). *NASA Task Load Index (TLX): Paper and pencil version*. Moffet Field, CA: NASA-Ames Research Center, Aerospace Human Factors Research Division. Obtido em 12 de Outubro de 2011, de http://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/downloads/TLX_pappen_manual.pdf

Navon, D. and Gopher. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86(3). , pp. 214-255.

Neuman, D.L. . (2002). Effect of varying levels of mental workload on startle eye blink modulation. *Ergonomics* 45(8): 583-602.

North Atlantic Treaty Organization. (2010). *Nato glossary of terms and definitions - AAP-6(2010)*.

O'Donnel, R. D. and Eggemeir, F.T. (1986). Workload assessment methodology. In Boff, K., Kaufman, L. & Thomas, J. (eds). In *Handbook of Perception and Human Performance, Cognitive Processes and Performance, Vol. III*. Willy and Sons, Inc, New York, pp 42.1- 42.49.

Orasanu, J. (1993). The reinvention of decision making. in G.A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C. Zsombok (eds), *Decision making in action: models and methods* (pp 3-20). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.

Orladay, H.W.; Orladay, L.M. (1999). *Human factors in multy-crew flight operations* . Ashgate Publishing Lda.

- Parasuraman, R. and Hancock, P. A. (2001). Adaptive control of mental workload, in P.A.Hancock and P. A. Desmond (eds),. In *Stress, workload, and fatigue*. (Mahwah, NJ:Erlbaum), 305–320.
- Parasuraman, R.,Rovira, E. (2005). *Workload Modeling and Workload Management:Recent Theoretical Developments*. Obtido em 30 de Junho de 2012, de <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA432181>
- Pitrella, F.D. and K ppler, W.-D . (1988). Identification and evaluation of scale design principles in the development of the Sequential Judgement, extended range Scale. Wachtberg: Forschungsinstitut f r Anthropotechnik, FAT Report No. 80.
- Polson, M. C. and Friedman, A. (1988). Task-sharing within and between hemispheres: a multiple-resources approach, *Human Factors*, 30, 633-643.
- Previc, F. H. (2000). Neuropsychological guidelines for aircraft control stations, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, March/April, 81-88.
- Raby, M., & Wickens, C.D. (1994). Strategic workload management and decision biases in aviation. *International Journal of Aviation Psychology*, 4(3), 211-240 .
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Reid, G.B., Potter, S.S., and Bressler, J.R. (1989). *Subjective Workload Assessment Technique (SWAT): A user's guide (Tech. Report AAMRL-TR-89-023)*. Wright-Patterson Air Force Base, OH: USAF Armstrong Laboratory.
- Reinhart R.O. (1992). *Basic flight physiology, 235 pp.TAB Brooks, New York et al.*
- Research Integrations Incorporation . (2003). *Using Simulation To Identify And Measure Pilot Skills For Automated Aircraft* . Naval Air Warfare Center Training Systems Division, Orlando.
- Ribeiro,P.L. (2010). *Metodologia de Investiga o em Psicologia*. Porto: Legis Editora.
- Richard, E. C.,Susan, G. H., James C. B., lavecchia, M.H.,Zaklad, L.A., Bittner, C.A. . (1993). *Application and Validation of Workload Assessment Techniques* . United States Army Research Institute for Behavioral and Sosial Sciences.
- Rood, M.G., and James,H.S. (2006). Noise. In J. G. Rainford, *Ernesting's aviation medicine -fourth edition* (p. 395). Hodder Arnold.

- Roscoe AH. (1975). Heart rate monitoring of pilots during steep gradient approaches. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*; 46:1410-15 .
- Roscoe, A.H. . (1993). Heart rate as psychophysiological measure for in-flight workload assessment. *Ergonomics* 1993;36:1055-62.
- Roscoe, A.H. (1987). *In-flight assessment of workload using pilot ratings and heart rate*. In A.H. Roscoe (Ed.), *The practical assessment of pilot workload*, AGARDograph No. 282 (pp.78-82). Neuilly sur Seine, France: AGARD.
- Roscoe, A.H. (1978). Roscoe, A.H. Stress and Workload in pilots. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 49 (4), 630-636.
- Rubio, S., Díaz, E., Martín, J., & Puente, J. M. (2004). Evaluation of subjective mental workload: a comparison of SWAT, NASA-TLX, and workload profile methods. *Applied Psychology: An international review*, 53(1), 61 - 86.
- Sanders, A. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta pshychologica*, 53, 61-97 .
- Sarter, N., and Woods, D.D. (s.d.). Pilot interaction with cockpit automation II: an experimental study of pilot's models and awareness of the flight management system. *International Journal of Aviation psychology*. 1994;4:1-28 .
- Segal, L.D., & Wickens, C.D. . (1990). Taskillan II: Pilot strategies for workload management. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 34th Annual Meeting. Santa Monica, CA: HFES.
- Senders, J. (1979). Axiomatic model of workload. In M. N. (ed), *Mental workload: Its Theory and measurement* (pp. 263-267). Plenum Press, New York.
- Shiffrin, R.M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. . *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Sjoberg L., Svensson E., Persson L.O. (1979). The mesuarement of mood. *Scandinavian Jornal of Psychologie* , pp. 20:1-18.
- Spain, E.H. and Holzhausen, K.P. (1991). Stereoscopic versus orthogonal view displays for performance of a remote manipulation task. In J.O. Merrit and S.S. Fisher (Eds.),

Stereoscopic displays and applications, Proceedings of the Society Instrumentation Engineers (pp.103-110). Bellingham: SPIE.

Standards, F. A. (1993). FAR Parts 23 and 25, Appendix D. In F. a. Huey, *Workload transition: Implications for individual and team performance*. Washington, DC.: National Academy Press.

Staveland, L. (1994). Man-machine Integrated Design and Analysing System (MIDAS) Task Loading Model (TLM) experimental and software detaild design report. NASA CR- 177640.

Staveland, L. (1991). MIDAS TLM: Man-machine Integrated Design and Analysing System Task Loading Model. Proceedings of EEE/FMC,p.1219-1223. .

Sternberg, R. (1980). Sketch of a componential subtheory of human intelligence. *The Behavioral and brain Sciences*,3,573-614 .

Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method.In W.G.Koster (Ed.). *Acta psychologica*, 30: *Attention and performance II*, 276-315 .

Stone, G., Gulick, R.K. & Gabriel, R.F. (1987). *Use of task timeline analysis to assess crew workload. The practical assessment of pilot workload (AGARDograph 282)*. Neuilly sur Seine: AGARD.

Stott,R.R. (2006). Vibration. In J. a. Rainford, *Ernesting's Aviation Medicine- 4th edition*. Hodder Arnold.

Svensson E.,Angelborg-Thanderz M.,& Wilson, G.F. (1999). Models of pilot performance for systems and mission evaluation-psychological and psychophysiological aspects AFRL-HE-WP-TR-1999-0215.

Svensson, E., Angelborg-Thanderz, M., Sjöberg, L. & Olsson, S. (1997). Information complexity - mental workload and performance in combat aircraft. *Ergonomics*,Vol. 40(3) , pp. 362-380.

Svensson, E.,Angelborg, T. M.,Sjoberg, L.,Gillberg, M. (s.d.). Military flight experience and sympatho-adrenal activity. *Aviation and Space Environmental Medicine*.1988;59:411-6 .

- Tsang, P., Wilson, F.G. (1997). Mental workload. In G. Salvendy, *Handbook of human factors and ergonomics* (p. 425). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Vidulich, M.A. (1989). The use of judgement matrices in subjective workload assessment: The Subjective Workload Dominance (SWORD) Technique. In Proceedings of the Human Factors Society 33rd Annual Meeting (pp. 1406-1410). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Vidulich, M.A., Ward, G.F., and Shueren, J. (1991). Using the Subjective Workload Dominance (SWORD) Technique for projective workload assessment. *Human Factors*, 33(6), 677-691.
- Weinstein, L.F. and Wickens, C.D. (1992). Use of nontraditional flight displays for the reduction of central visual overload in the cockpit, *International Journal of Aviation Psychology*, 2, 121-142.
- Welford, A. T. (1976). *Skilled performance: Perceptual and motor skills*. Glenview, IL: Scott, Foresman.
- Wickens, C. D. (2001). Workload and Situational Awareness. In Hancock, P.A. and Desmond, P.A.(eds.). In *Stress, Workload and Fatigue*. (pp. 443-450). Lawrence Erlbaum Associates, London.
- Wickens, C. D., & Hollands, J. G. (2000). *Engineering psychology and human performance* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Wickens, C. D., Sandry, D. and Vidulich, M. . (1983). 1983, Compatibility and resource competition between modalities of input, output, and central processing, *Human Factors*, 25, 227-248.
- Wickens, C. N. (1992). *Engineering Psychology and Human Performance*. New York: HarperCollins.
- Wickens, C. (2002). Situational Awareness and Workload in Aviation. *Current Directions in Psychological Science* , pp. 128-133.
- Wickens, C.D. (1984). *Processing resources in attention*. In R. Parasuraman & R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. New York: Academy Press.

- Wickens, C.D. & Hollands, J.G. (2000). Assessing Mental Workload. In C. D. Wickens (ed.), *Engineering Psychology and Human Performance*. 3rd ed. (pp. 459-471.). Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ.
- Wickens, C.D. (1984). *Engineering psychology and human performance*. Columbus: Merrill.
- Wickens, C.D. (1992). *Engineering psychology and Human Performance*, 2nd ed. New York, Harper Collins.
- Wickens, C.D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomic Science*, Vol.3, NO.2, 159-177 .
- Wickens, C.D. (1995). Situational Awareness:Impact of automation and display technology, in *Situational Awareness:Limitations and Enhancement in the Aviation Environment*, AGARD-CP-575, NATO AGARD, Neuilly Sur Seine, France.
- Wickens, C.D. (1986). The effects on control dynamics on performance. In L. & K.R.Boff, *Handbook of Perception and Human Performance*. Wiley,New York,NY.
- Wickens, C.D.and Hollands, J.G. (2000). *Engineering Pshycology adn Human Performance*, (3 edn.). Prentice-Hall Inc.,New York.
- Wierwille, W.W. and Casali, J.G. (1983). A validated rating scale for global mental workload measurement applications. In *Proceedings of the Human Factors Society 27th Annual Meeting* (pp. 129-133). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Wierwille, W.W., Rahimi, M. & Casali, J.G. (1985). Evaluation of 16 measures of mental workload using a simulated flight task emphasizing mediational activity. *Human Factors*, n°27, p. 489-502, 1985.
- Wiggins, M., & O'Hare, D. . (1995). Expertise in aeronautical weather-related decision making: A cross-sectional analysis of general aviation pilots. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 1, 305-320.
- Wiggins, M., & O'Hare, D. (1993). *A skills-based approach to training aeronautical decision-making*.In R. A. Telfer (Ed.), *Aviation instruction and training* (pp.430-476). Aldershot, UK: Ashgate.

Wilson, G.C., et. al. (2004). *Operator functional state assessment*. Paris, FR, North Atlantic Treaty Organisation (NATO), Research and Technology Organisation (RTO) BP 25, F-92201, Neuilly-sur-Seine Cedex, France: 220.

Wirth, D. and Rumberger, E. (2009). Fundamentals of Aviation Medicine. In C. J. Christiansen, *Principles and practice of aviation medicine*. World Scientific Publishing.

Wood, R. E. (1986). Task complexity: Definition of the construct. . *Organizational behavior and human decision processes*, 37, , pp. 37- 60.

Young, G., Zavelina, L., & Hooper, V. (2008). Assessment of Workload Using NASA Task Load Index in Perianesthesia Nursing. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 23(2),102 .

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A. Definição das subescalas do NASA-TLX (traduzido e adaptado de Hart & Staveland, 1988).....	157
ANEXO B. Comparação de demandas de carga de trabalho do NASA-TLX (traduzida e adaptada de Hart & Staveland, 1988).	159
ANEXO C. Escalas de avaliação das demandas do NASA-TLX (traduzida e adaptada de Hart & Staveland, 1988)	161
ANEXO D. Definições operacionais das três dimensões do método SWAT (traduzida e adaptada de AAMRL, 1987, citado por Lysaght <i>et al.</i> , 1989)	163
ANEXO E. Escala Modificada de Cooper-Harper (traduzida de Wierwille & Casali, 1983).....	165
ANEXO F. Escala ZEIS (Zwei-Ebenen Intensitäts-Skala, traduzida de Geddie <i>et al.</i> 2001)	167
ANEXO G. Escala de avaliação do método SWORD, traduzido de Geddie <i>et al.</i> (2001)	169
ANEXO H. Matriz SWORD, adaptado de Geddie <i>et al.</i> (2001).....	171
ANEXO I. Escala de Bedford, traduzida de Geddie <i>et al.</i> (2001)	173
ANEXO J. Requerimento para autorização do estudo	175
ANEXO L. Autorização do estudo	177
ANEXO M. Protocolo de investigação	179
ANEXO N. Questionário demográfico	183
ANEXO O. Questionário da complexidade da missão	185
ANEXO P. Folhas NASA-TLX	187
ANEXO Q. Teste de comparação múltipla de médias LSD	193
ANEXO R. Teste teste post hoc de LSD.....	195

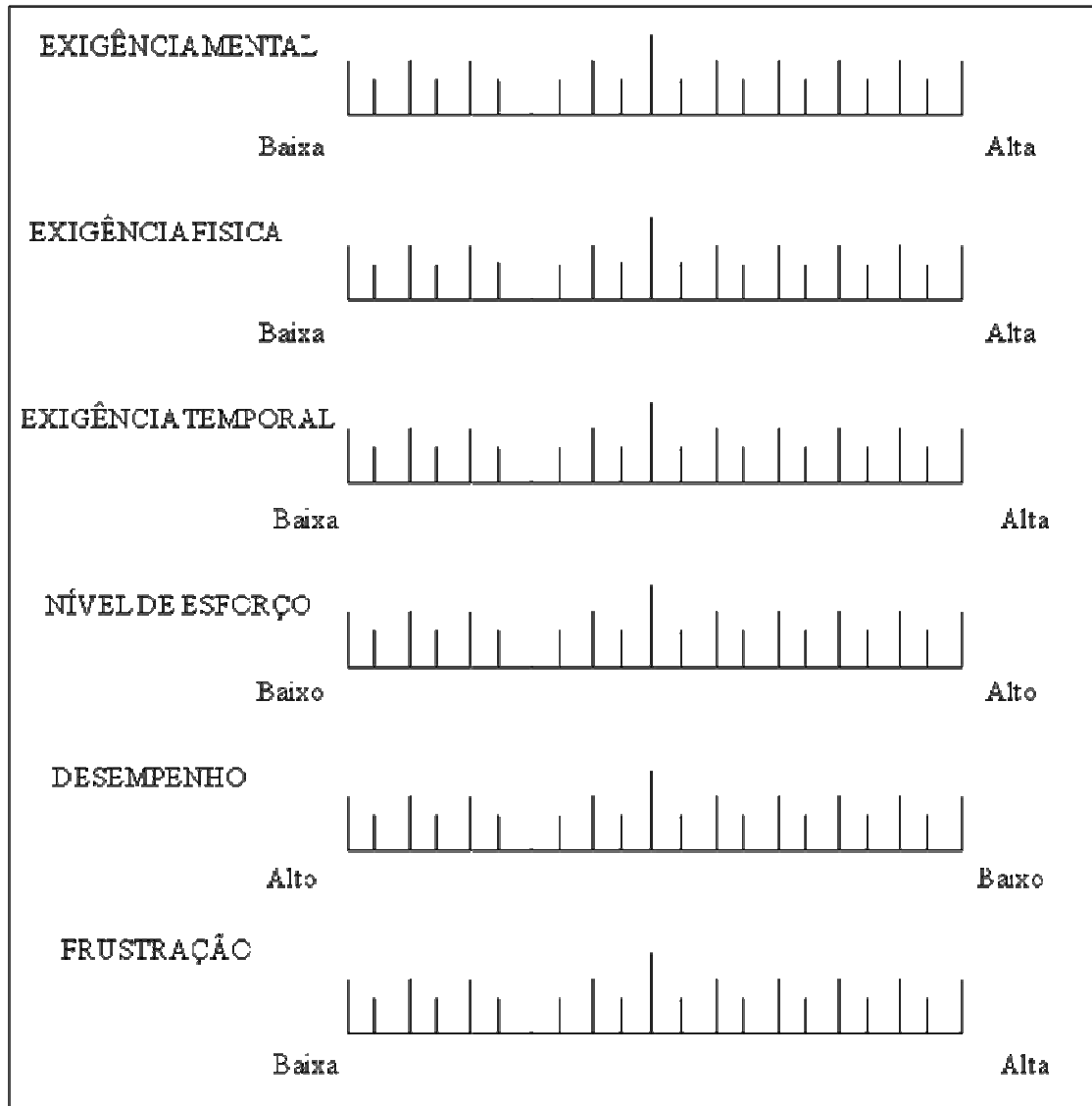
ANEXO A - Definição das subescalas do NASA-TLX (traduzido e adaptado de Hart & Staveland, 1988)

Definição	Escala	Descrição
Exigência Mental	Baixa/Alta	Quanta atividade mental e de percepção que foi necessária para a execução das tarefas (ex: pensar, decidir, calcular, lembrar, olhar, procurar, etc.)? A tarefa foi fácil ou difícil, simples ou complexa, precisa ou imprecisa?
Exigência Física	Baixa/Alta	Quanto de atividade física as tarefas exigiram (ex: empurrar, puxar, rodar, controlar, ativar)? A tarefa foi fácil ou difícil, lenta ou rápida, frouxa ou árdua, descansada ou trabalhosa?
Exigência Temporal	Baixa/Alta	Quanta pressão temporal foi sentida face à duração e ritmo das tarefas executadas? O ritmo foi lento e ocioso ou rápido e frenético?
Nível de Esforço	Baixo/Alto	Qual o nível de esforço (mental e físico) que foi necessário para atingir o seu nível de desempenho?
Desempenho	Alto/Baixo	Qual o nível de sucesso percebido consequente do cumprimento dos objetivos das tarefas? Qual o nível de satisfação do seu desempenho, face ao cumprimento desses objetivos?
Nível de Frustração	Baixo/Alto	Sentiu-se inseguro, desencorajado, irritado, incomodado e estressado durante a realização das tarefas? (Alto nível de frustração) Ou pelo contrário, sentiu-se seguro, contente, tranquilo? (Baixo nível de frustração).

ANEXO B - Comparação de exigências de carga de trabalho do NASA-TLX (traduzida e adaptada de Hart e Staveland, 1988)

NÍVEL DE ESFORÇO	DESEMPENHO
EXIGÊNCIA TEMPORAL	NÍVEL DE ESFORÇO
DESEMPENHO	NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO
EXIGÊNCIA FÍSICA	DESEMPENHO
NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	NÍVEL DE ESFORÇO
DESEMPENHO	EXIGÊNCIA TEMPORAL
EXIGÊNCIA TEMPORAL	NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO
EXIGÊNCIA FÍSICA	NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO
EXIGÊNCIA FÍSICA	EXIGÊNCIA TEMPORAL
EXIGÊNCIA TEMPORAL	EXIGÊNCIA MENTAL
DESEMPENHO	EXIGÊNCIA MENTAL
EXIGÊNCIA MENTAL	NÍVEL DE ESFORÇO
NÍVEL DE ESFORÇO	EXIGÊNCIA FÍSICA
NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	EXIGÊNCIA MENTAL
EXIGÊNCIA MENTAL	EXIGÊNCIA FÍSICA

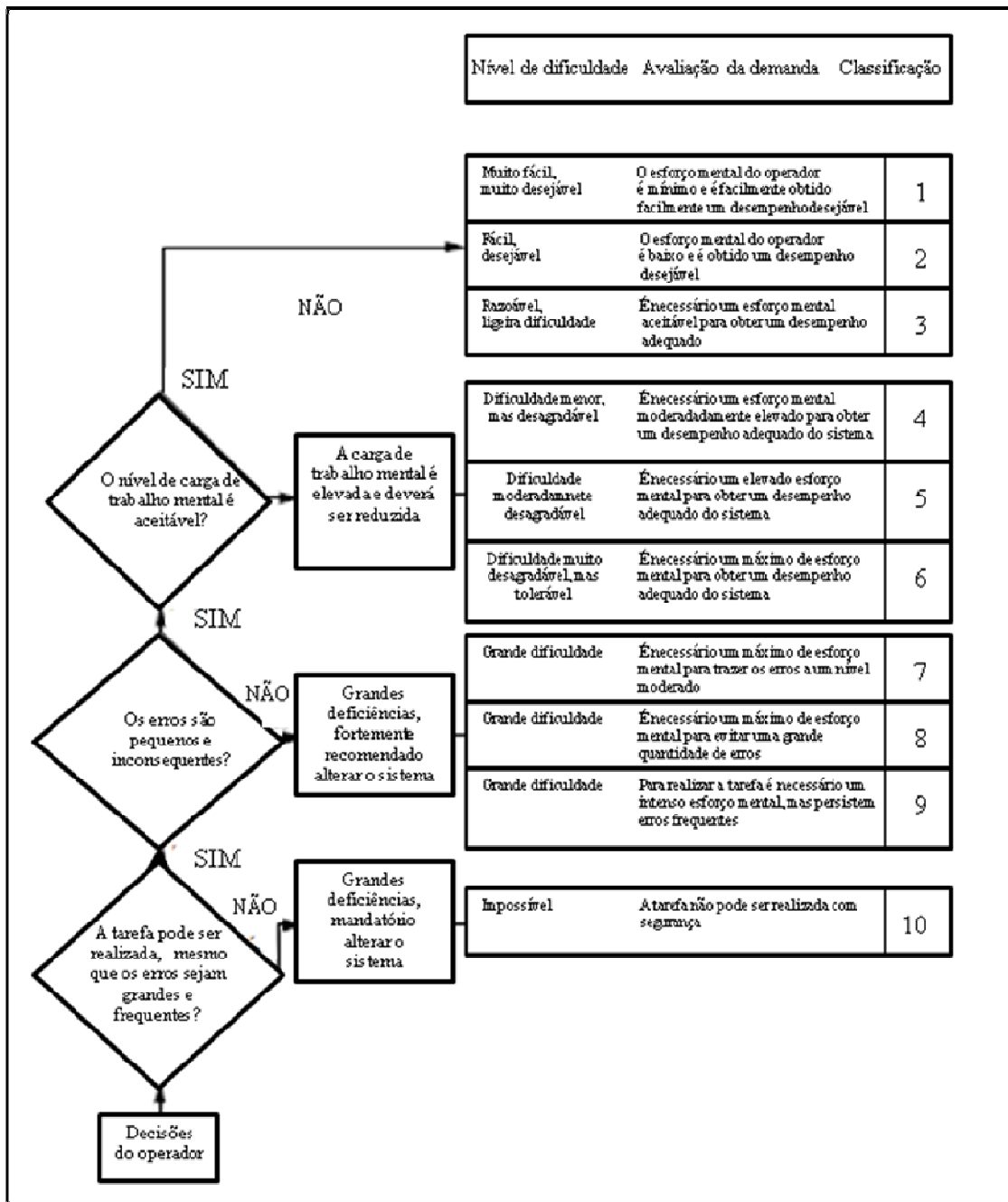
ANEXO C - Escalas de avaliação das exigências do NASA-TLX (traduzida e adaptada de Hart & Staveland, 1988)



ANEXO D - Definições operacionais das três dimensões do método SWAT (traduzida e adaptada de AAMRL, 1987, citado por Lysaght *et al*, 1989)

NÍVEIS	DIMENSÃO
I. TEMPO	
1	Frequentemente tem tempo de sobra. Interrupções ou sobreposições nas atividades ocorrem com pouca frequência ou nunca ocorrem.
2	Ocasionalmente tem tempo de sobra. Interrupções ou sobreposições nas atividades ocorrem com frequência.
3	Quase nunca tem tempo de sobra. Interrupções ou sobreposições nas atividades ocorrem com muita frequência ou em todo o tempo.
II. ESFORÇO MENTAL	
1	Requer muito pouco esforço mental ou concentração. A atividade é quase automática, requer pouca ou nenhuma atenção.
2	Requer moderado esforço mental ou concentração. A complexidade da atividade é moderadamente alta devido à incerteza, imprevisibilidade ou não familiaridade. Requer atenção considerável.
3	São necessários esforço mental e concentração intensos. A alta complexidade da atividade requer atenção total.
III. STRESS PSICOLÓGICO	
1	Requer muito pouco esforço mental ou concentração. A atividade é quase automática, requer pouca ou nenhuma atenção.
2	Stress moderado provocado por frustração, confusão ou ansiedade que contribui perceptivelmente para a carga de trabalho. Requer compensação significativa de forma a manter um desempenho adequado.
3	Stress elevado a muito intenso devido à confusão, frustração ou ansiedade. Requer elevada ou extrema determinação e autocontrole.

ANEXO E - Escala Modificada de Cooper-Harper (traduzida de Wierwille & Casali, 1983)



ANEXO F - Escala ZEIS (Zwei-Ebenen Intensitäts-Skala, traduzida de *Geddie et al* 2001)

Escala de avaliação de tarefas de manuseamento espacial

De que forma a informação visual que está a receber do monitor vai afetar a facilidade ou a dificuldade em que agarra ou manuseia objetos. Por favor, avalie se a tarefa com este monitor foi difícil, média ou fácil de execução e marque com um X no quadrado do respetivo e abaixo indicado. Depois siga a seta abaixo.

Difícil
 Média
 Fácil

Difícil

Agora avalie cuidadosamente e exatamente quão difícil foi a tarefa. Registe a sua avaliação marcando em qualquer linha ou entre as linhas da escala.

Média

Agora considere com cuidado se a tarefa é exatamente média ou ligeiramente na direção de difícil ou fácil. Registe a sua avaliação marcando em qualquer linha ou entre as linhas da escala.

Fácil

Agora avalie cuidadosamente e exatamente o quão fácil foi a tarefa. Registe a sua avaliação marcando em qualquer linha ou entre as linhas da escala.

muito difícil na maioria difícil bastante difícil moderadamente difícil um pouco difícil quase difícil nem difícil nem fácil quase fácil um pouco fácil moderadamente fácil bastante fácil na maioria fácil muito fácil

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

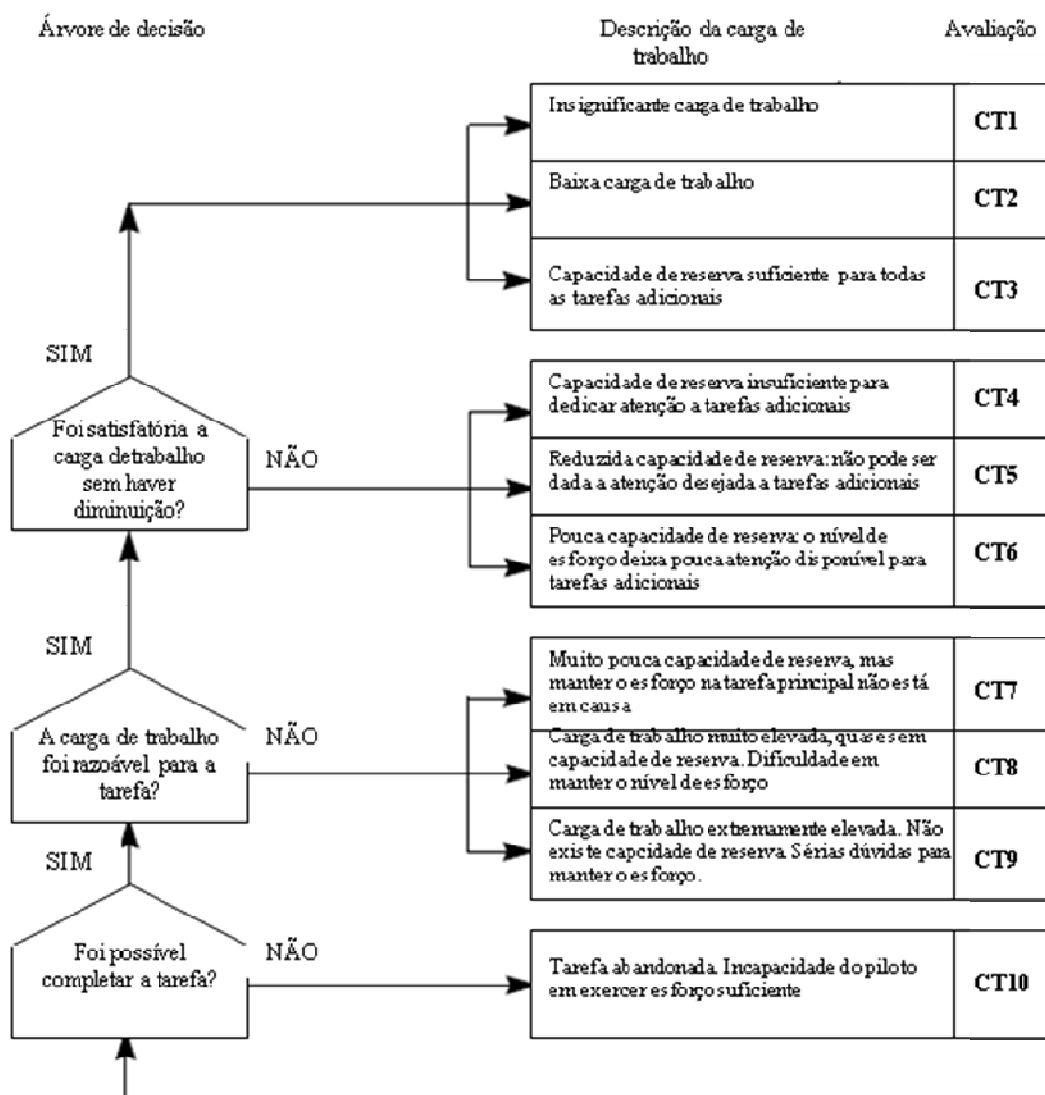
ANEXO G - Escala de avaliação do método SWORD, traduzido de Geddie *et al.* (2001)

	Absoluta	Muito forte	Forte	Fraca	Igual	Fraca	Forte	Muito forte	Absoluta	
Tarefa										Tarefa
A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B
A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D
A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	E
A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F
B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C
B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D
B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	E
B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	D
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	E
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F
D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	E
D	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	F

ANEXO H - Matriz SWORD, adaptado de Geddie *et al.* (2001)

	A	B	C	D	E	F
A	1	3			6	
B	1/3	1				
C			1			
D				1		9
E	1/6				1	
F				1/9		1

ANEXO I - Escala de Bedford, traduzida de Geddie *et al.* (2001)



ANEXO J – Requerimento para autorização do estudo

Excelentíssimo Senhor Chefe do Estado Maior da Força Aérea

Joaquim Manuel Ribeiro Alves, MAJ/TMAEQ/045241-G, Chefe da Secção de Treino Fisiológico do Centro de Medicina Aeronáutica, a frequentar o Mestrado de Factores Humanos em Sistemas Tecnológicos de Transportes, no Instituto Superior de Educação e Ciências, com o nº de aluno 20090845, vem por este meio solicitar autorização para abordar no âmbito da Força Aérea Portuguesa, o tema do trabalho de projecto final, designado por, “Avaliação da Carga de Trabalho Mental do Piloto Militar”.

Neste trabalho pretende-se avaliar cientificamente o desempenho da tarefa do piloto militar, nomeadamente ao nível da carga de trabalho mental dos pilotos da aeronave CASA C-295M, pertencentes à Esquadra 502. A justificação do presente estudo permite um aumento do restrito conhecimento do tema ao nível militar nacional, aliado a uma das funções do requerente, como seja, a avaliação dos factores fisiológicos no pessoal navegante na actividade aérea, consubstanciada na NEP/OPS-034 do COFA de Maio de 1994 e, pela importância da missão atribuída à Esquadra, no âmbito nacional, especificamente as operações de vigilância marítima, evacuações aeromédicas e a busca e salvamento.

Para o desenvolvimento do estudo, o requerente solicita igualmente autorização para se deslocar à Base Aérea nº6, especificamente à Esquadra 502, bem como efectuar os voos necessários, para a aquisição de dados.

Mui respeitosamente,

Pede deferimento,

Base do Lumiar, 14 de Abril de 2011

O Requerente



Joaquim Manuel Ribeiro Alves



DESPACHO
EM 02/08/11

M. Alves
ANEXO L Autorização do estudo



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL
FORÇA AÉREA
COMANDO DA INSTRUÇÃO E FORMAÇÃO

P.1/1
*Ao dCHA e
Serv. Pessoal
D. P. P.
com 17Eis
1/9/2011*

Em resposta
refira:

Nº 3078 * 30.08.11

Pº. 15

CD.

Para: **DIRECÇÃO DE SAÚDE**

- Lumiar

Conhº: **COMANDO AÉREO**

- Monsanto

Assunto: **REQUERIMENTO PARA AUTORIZAÇÃO DE TRABALHO FINAL DE MESTRADO**

Refº: Nota Nº511/2011 da DS, de 03 de Maio
Nota Nº893/2011 da DS, de 26 de Julho
Nota Nº1423/2011 do CA, de 25 de Agosto

1. No âmbito do assunto em título, informa-se que se autoriza a realização do Trabalho Final de Mestrado, solicitado pelo MAJ/TMAEQ Joaquim Alves, nos moldes indicados na Ficha de Candidatura anexa à Nota Nº893/2011 da Direcção de Saúde.
2. Mais se informa que o Comando Aéreo autoriza o contacto directo com a Esquadra 502.

O Comandante da Instrução e Formação Interino

Carlos Alberto de Carvalho Gromicho

MGEN/PILAV

CENTRO DE MEDICINA AERONÁUTICA
Processo N.º 101
Entrada N.º 1261
Em 02/08/11

MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL FORÇA AÉREA PORTUGUESA CPESPA - D.S. (C)	
ENTRADA	
001866	1-09-11
Pf. 34	ANO 2011



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL
FORÇA AÉREA
COMANDO DA INSTRUÇÃO E FORMAÇÃO

Candidatura a Trabalhos de Investigação Científica

(Trabalhos não envolvendo experimentação humana)

1. IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

a) TÍTULO DO TRABALHO

Avaliação da carga de trabalho mental do piloto militar

b) AUTORES

- i. Indivíduo ou entidade responsável pela execução do trabalho

Joaquim Manuel Ribeiro Alves

- ii. Investigador

Joaquim Manuel Ribeiro Alves

c) NATUREZA DO TRABALHO

Tese Mestrado em Factores Humanos em Sistemas Tecnológicos de Transportes

d) LOCAL ONDE DECORRERÁ O ESTUDO (INDICAR, SE POSSÍVEL, O ELEMENTO DE LIGAÇÃO):

Local: Base Aérea nº6 – Montijo

Contacto. Tenente Coronel Diná Azevedo

e) ENCARGOS E SITUAÇÕES ESPECIAIS:

Não existem encargos decorrentes

f) RECOLHA DE DADOS:

- i. Como serão recolhidos os dados? (se por inquérito, junte um exemplar do mesmo)

Método de avaliação subjectiva designado por NASA-TLX. Trata-se de uma abordagem quantitativa e realizada por meio de questionário no final das missões e que resulta numa avaliação global da carga de trabalho percebida pela amostra, baseado na ponderação média dos resultados de sub escalas e que irão avaliar a exigência física, a exigência mental, a exigência temporal, o nível de esforço (físico e mental), o nível de desempenho e o nível de frustração.

- ii. Como será mantida a confidencialidade nos registos?

Após preenchimento, os registos são imediatamente colocados num envelope, que será fechado e entregue ao investigador.

2. JUSTIFICAÇÃO CIENTÍFICA DA INVESTIGAÇÃO

Descreva sucintamente os fundamentos científicos da investigação:

As pesquisas efectuadas no âmbito dos Fatores Humanos têm demonstrado que a carga de trabalho é um determinante importante, no entanto não o único facto, como causa de erro humano. Cargas de trabalho extremas aumentam a probabilidade de erro humano. Quando em excesso, os erros surgem pela incapacidade do operador processar grandes níveis de informação decorrentes das condições internas e externas. Quando em menor escala, o operador tende a ser complacente e não executar a tarefa adequadamente, conduzindo também

ao erro.

A principal razão de investigação, prende-se com a necessidade de quantificação do custo mental para a realização da tarefa, de forma a prever o desempenho do sistema e do operador. No âmbito da questão de investigação, torna-se pois, imperativo investigar qual o nível de carga de trabalho mental imposta aos pilotos durante o cumprimento das suas missões. Outra das razões, por permitir um aumento do conhecimento relativo à associação da carga de trabalho mental e desempenho da tarefa do piloto militar português e da especificidade das suas missões. Por último, pela significância que têm as missões atribuídas aos pilotos, no âmbito do contexto nacional, especificamente as de vigilância marítima, evacuações aeromédicas e as de busca e salvamento.

3. SUJEITOS

- a) Número de indivíduos previstos incluir (amostra): 20

4. DESCRIÇÃO RESUMIDA DO PLANO DA INVESTIGAÇÃO

- a) Data prevista de início: 05 de Setembro de 2011
- b) Data prevista de conclusão: 30 de Novembro de 2011

5. CUSTOS PARA A FORÇA AÉREA

Não existem custos para a Força Aérea

6. BENEFÍCIOS PARA A FORÇA AÉREA

Permitir um aumento do conhecimento relativo à carga de trabalho mental associada ao desempenho da tarefa do piloto militar português, face à complexidade das suas missões, tendentes a uma melhor perceção do desempenho do operador, de forma a minimizar os erros decorrentes do desempenho da tarefa, proporcionando um aumento dos níveis de segurança de voo.

7. TERMO DE RESPONSABILIDADE

- a) Data do pedido de submissão 19 de Julho de 2011
- b) Eu, abaixo assinado,
- c) Na qualidade de investigador, declaro por minha honra que as informações prestadas neste questionário são verdadeiras.
- d) Lisboa, 19 de Julho de 2011

Joaguis Manuel Ribeiro Alves

Questionário

Participante Número _____

Este questionário tem como objetivo a recolha de dados referentes à sua experiência. Todas as respostas são totalmente anónimas e confidenciais e os dados recolhidos serão utilizados exclusivamente para tratamento estatístico.

A sua colaboração é importante para a investigação que nos propomos realizar pelo que, desde já, agradecemos a sua colaboração.

1. Idade: _____
2. Sexo: Masculino Feminino
3. Data de brevetamento (mês/ano): _____
4. Horas totais de voo: _____
5. Horas totais de voo em simulador: _____
6. Horas totais de voo na aeronave CASA C-295M: _____
7. Horas totais de voo nouro tipo de aeronave:
Helicópteros _____
Aviões de reacção _____
Aviões plurimotores _____
8. Horas voadas nos últimos 30 dias: _____
9. Horas voadas no último semestre: _____
10. Indique todas as aeronaves para as quais se encontra qualificado:

11. Indique todos os tipos de missões em que tem qualificação:

- Transporte Aéreo Geral
- Evacuações Aeromédicas
- Vigilância Marítima em ambiente diurno (VIMAR I)
- Busca e Salvamento
- Fotografia Aérea
- Vigilância Marítima em ambiente nocturno (VIMAR II)
- Lançamento de Tropas Para-quedistas
- Lançamento de Carga Aérea

Formação

Formação Tática

Evacuação de Não Combatentes (NEO) em ambiente diurno

Evacuação de Não Combatentes (NEO) em ambiente noturno

Operações Aéreas Especiais em ambiente diurno

Operações Aéreas Especiais em ambiente noturno

Demonstração Aérea

Outros tipos de missão

12. Indique a sua função a bordo da aeronave:

Piloto Copiloto Piloto Comandante Piloto Instrutor

13. Comentários adicionais

Este questionário terminou, obrigado pela sua participação.

ANEXO O – Questionário da complexidade da missão

Questionário de avaliação subjetiva da complexidade da missão

Participante Número _____

Este questionário tem como objetivo avaliar o nível de complexidade da missão. Assinale, preenchendo no quadrado respetivo, qual o nível de complexidade que atribui ao tipo de missão, utilizando os seguintes valores da Escala de *Likert*:

- 1- Nada complexa
- 2- Pouco complexa
- 3- Complexa
- 4- Significativamente complexa
- 5- Muito complexa

Para a avaliação da complexidade da missão, avalie todas as tarefas que tem que executar nas diferentes fases de voo, que se indicam a seguir:

- **Planeamento da missão**
- **Verificação antes de voo**
- **Descolagem**
- **Subida**
- **Em rota/ manobras táticas**
- **Descida**
- **Aproximação final**
- **Aterragem**
- **Rolagem e estacionamento**
- **Debriefing**

Assinale apenas as missões para as quais tem qualificação. Para as que não tem qualificação ou se a sua experiência é muito limitada, por favor indique **N/A – Não Aplicável**.

TIPO DE MISSÃO	CONDIÇÕES DE VOO			
	VMC		IMC	NVG
	Dia	Noite		
1. Transporte Aéreo Geral				
2. Evacuações Aeromédicas				
3. Vigilância Marítima em ambiente diurno (VIMAR I)				
4. Busca e Salvamento				
5. Fotografia Aérea				
6. Vigilância Marítima em ambiente noturno (VIMAR II)				
7. Lançamento de Tropas Para-quedistas				
8. Lançamento de Carga Aérea				
9. Formação				
10. Formação Tática				
11. Evacuação de Não Combatentes (NEO) em ambiente diurno				
12. Evacuação de Não Combatentes (NEO) em ambiente noturno				
13. Operações Aéreas Especiais em ambiente diurno				
14. Operações Aéreas Especiais em ambiente noturno				
15. Demonstração Aérea				

Este questionário terminou, obrigado pela sua participação.

NASA TLX

Definição das Avaliações das Escalas

Definição	Escala	Descrição
Exigência Mental	Baixa/Alta	Quanta atividade mental e de percepção que foi necessária para a execução das tarefas (ex: pensar, decidir, calcular, lembrar, olhar, procurar, etc.)? A tarefa foi fácil ou difícil, simples ou complexa, precisa ou imprecisa?
Exigência Física	Baixa/Alta	Quanto de atividade física as tarefas exigiram (ex: empurrar, puxar, rodar, controlar, ativar)? A tarefa foi fácil ou difícil, lenta ou rápida, frouxa ou árdua, descansada ou trabalhosa?
Exigência Temporal	Baixa/Alta	Quanta pressão temporal foi sentida face à duração e ritmo das tarefas executadas? O ritmo foi lento e ocioso ou rápido e frenético?
Nível de Esforço	Baixo/Alto	Qual o nível de esforço (mental e físico) que foi necessário para atingir o seu nível de desempenho?
Desempenho	Baixo/Alto	Qual o nível de sucesso percebido consequente do cumprimento dos objetivos das tarefas? Qual o nível de satisfação do seu desempenho, face ao cumprimento desses objetivos?
Nível de Frustração	Baixo/Alto	Sentiu-se inseguro, desencorajado, irritado, incomodado e estressado durante a realização das tarefas? (Alto nível de frustração) Ou pelo contrário, sentiu-se seguro, contente, tranquilo? (Baixo nível de frustração).

NASA TLX
Comparação de fatores

Participante número		Tipo de Missão (incluir o numero) *		Data	
---------------------	--	--	--	------	--

Condições de Voo:	VMC Dia		VMC Noite	
	IMC		NVG	

Tempo de voo	
--------------	--

TIPO DE MISSÃO *	
Transporte Aéreo Geral	1
Evacuações Aeromédicas	2
Vigilância Marítima em ambiente diurno (VIMAR I)	3
Busca e Salvamento	4
Fotografia Aérea	5
Vigilância Marítima em ambiente noturno (VIMAR II)	6
Lançamento de Tropas Para-quedistas	7
Lançamento de Carga Aérea	8

Formação	9
Formação Tática	10
Evacuação de Não Combatentes (NEO) em ambiente diurno	11
Evacuação de Não Combatentes (NEO) em ambiente noturno	12
Operações Aéreas Especiais em ambiente diurno	13
Operações Aéreas Especiais em ambiente noturno	14
Demonstração Aérea	15

Dos 15 conjuntos de pares abaixo indicados, compare na horizontal cada uma das combinações possíveis entre os fatores descritos e selecione colocando um “x” no espaço reservado, ao fator que lhe induziu maior variação de carga de trabalho na execução das suas tarefas.

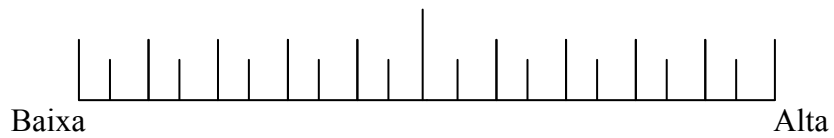
NÍVEL DE ESFORÇO		ou DESEMPENHO	
DESEMPENHO		ou NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	
NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO		ou NÍVEL DE ESFORÇO	
EXIGÊNCIA TEMPORAL		ou NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	
EXIGÊNCIA FÍSICA		ou EXIGÊNCIA TEMPORAL	
DESEMPENHO		ou EXIGÊNCIA MENTAL	
NÍVEL DE ESFORÇO		ou EXIGÊNCIA FÍSICA	
EXIGÊNCIA MENTAL		ou EXIGÊNCIA FÍSICA	
EXIGÊNCIA TEMPORAL		ou NÍVEL DE ESFORÇO	
EXIGÊNCIA FÍSICA		ou DESEMPENHO	
DESEMPENHO		ou EXIGÊNCIA TEMPORAL	
EXIGÊNCIA FÍSICA		ou NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO	
EXIGÊNCIA TEMPORAL		ou EXIGÊNCIA MENTAL	
EXIGÊNCIA MENTAL		ou NÍVEL DE ESFORÇO	
NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO		ou EXIGÊNCIA MENTAL	

NASA TLX

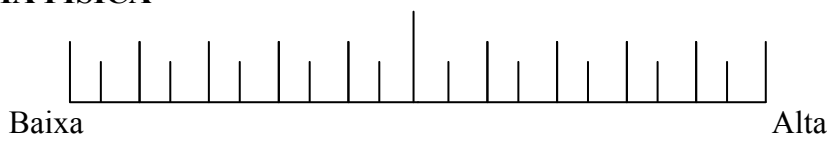
Escala de Avaliação das Exigências

Participante Número: _____ Tipo de missão: _____

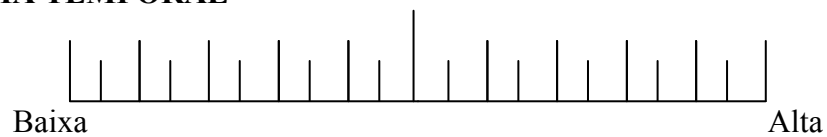
EXIGÊNCIA MENTAL



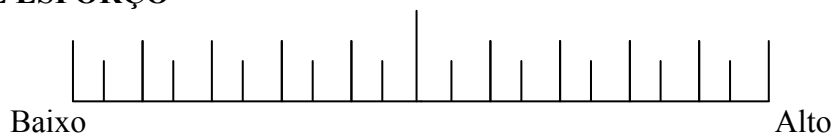
EXIGÊNCIA FÍSICA



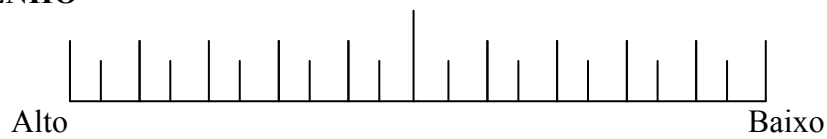
EXIGÊNCIA TEMPORAL



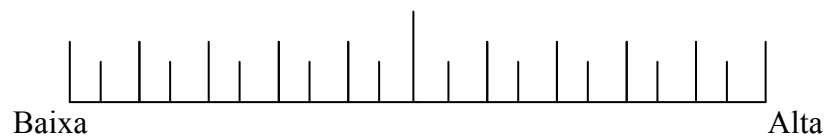
NÍVEL DE ESFORÇO



DESEMPENHO



FRUSTRAÇÃO



ANEXO Q – Teste de comparação múltipla de médias LSD

(I) factor1	(J) factor1	Diferença de médias (I-J)	p
Exigência Mental (1)	Exigência Física (2)	88,046*	0
	Exigência Temporal (3)	38,290*	0,002
	Nível de Esforço (4)	39,971*	0
	Desempenho (5)	81,667*	0
	Nível de Frustração (6)	177,011*	0
2	1	-88,046*	0
	3	-49,756*	0
	4	-48,075*	0
	5	-6,379	0,603
	6	88,966*	0
3	1	-38,290*	0,002
	2	49,756*	0
	4	1,681	0,882
	5	43,376*	0,002
	6	138,721*	0
4	1	-39,971*	0
	2	48,075*	0
	3	-1,681	0,882
	5	41,695*	0
	6	137,040*	0
5	1	-81,667*	0
	2	6,379	0,603
	3	-43,376*	0,002
	4	-41,695*	0
	6	95,345*	0
6	1	-177,011*	0
	2	-88,966*	0
	3	-138,721*	0
	4	-137,040*	0
	5	-95,345*	0

ANEXO R – Teste de post hoc de LSD

(I) tipo_missao	(J) tipo_missao	Diferença de médias (I-J)	p
Transporte aéreo geral	Evacuações aeromédicas	-7,21717*	0,008
	Vigilância marítima diurna	9,83045*	0
	Busca e salvamento	-11,27273*	0,025
	Lançamento de paraquedistas	-3,71717	0,255
	Lançamento de carga aérea	-4,17551	0,489
Evacuações aeromédicas	Transporte aéreo geral	7,21717*	0,008
	Vigilância marítima diurna	17,04762*	0
	Busca e salvamento	-4,05556	0,445
	Lançamento de paraquedistas	3,5	0,347
	Lançamento de carga aérea	3,04167	0,629
Vigilância marítima diurna	Transporte aéreo geral	-9,83045*	0
	Evacuações aeromédicas	-17,04762*	0
	Busca e salvamento	-21,10317*	0
	Lançamento de paraquedistas	-13,54762*	0
	Lançamento de carga aérea	-14,00595*	0,022
Busca e salvamento	Transporte aéreo geral	11,27273*	0,025
	Evacuações aeromédicas	4,05556	0,445
	Vigilância marítima diurna	21,10317*	0
	Lançamento de paraquedistas	7,55556	0,179
	Lançamento de carga aérea	7,09722	0,348
Lançamento de paraquedistas	Transporte aéreo geral	3,71717	0,255
	Evacuações aeromédicas	-3,5	0,347
	Vigilância marítima diurna	13,54762*	0
	Busca e salvamento	-7,55556	0,179
	Lançamento de carga aérea	-0,45833	0,944
Lançamento de carga aérea	Transporte aéreo geral	4,17551	0,489
	Evacuações aeromédicas	-3,04167	0,629
	Vigilância marítima diurna	14,00595*	0,022
	Busca e salvamento	-7,09722	0,348
	Lançamento de paraquedistas	0,45833	0,944