

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA - UNIFA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AEROESPACIAIS



Luciene Conte Kube

**APTIDÃO FÍSICO-PROFISSIONAL AERÓBICA,
CARGA LABORAL E DISTRIBUIÇÃO DO ESTRESSE
DE CADETES DO 4.º ANO DO CFOAV DA AFA EM 2009**

Rio de Janeiro
2010

Luciene Conte Kube

**APTIDÃO FÍSICO-PROFISSIONAL AERÓBICA,
CARGA LABORAL E DISTRIBUIÇÃO DO ESTRESSE
DE CADETES DO 4.º ANO DO CFOAV DA AFA EM 2009**

Tese apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título
de Doutor (a) em Ciências
Aeroespaciais da Universidade da
Força Aérea – UNIFA.

Orientador
Prof. Dr. Sérgio Bastos Moreira

Rio de Janeiro
2010

Catálogo Internacional de Publicação

K95 Kube, Luciene Conte, 1957 –

Aptidão físico-profissional aeróbica, carga laboral e distribuição de estresse de cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009 / Luciene Conte Kube. __ Rio de Janeiro : [s.n.], 2010.

201 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Dr. Sérgio Bastos Moreira

Tese (Doutorado) – Universidade da Força Aérea – UNIFA. Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais, 2010.

1. Medicina Aeronáutica. 2. Medicina Aeroespacial. 3. Fisiologia Aeroespacial. 4. Qualidade de Vida - Aeronavegantes. I. Título.

CDU 613.693

CDD 612

Catálogo na Publicação: Bibliotecário Responsável: Sônia Cristina Martins de Mendonça- Número do Registro no CRB-08/7911

Luciene Conte Kube

**APTIDÃO FÍSICO-PROFISSIONAL AERÓBICA,
CARGA LABORAL E DISTRIBUIÇÃO DO ESTRESSE
DE CADETES DO 4.º ANO DO CFOAV DA AFA EM 2009**

Tese apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título
de Doutor (a) em Ciências
Aeroespaciais da Universidade da
Força Aérea – UNIFA.

Aprovada em 16 de novembro de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Bastos Moreira – UNIFA – Orientador _____

Prof. Dr. Alexandre Palma de Oliveira – UFRJ _____

Prof. Dr. Marcelo Salem – ESEFEX _____

Prof. Dra. Danielli Braga de Mello – ESEFEX _____

Prof. Dra. Cristiane Matsuura – ESEFEX _____

AGRADECIMENTOS

Deus, porque fortaleceu minhas mãos e meus joelhos já cansados da tirania e da superficialidade do mundo.

Prof. Dr. Sérgio Bastos Moreira, meu orientador, aprendi muito com sua tranquilidade.

Meus pais, que me ensinaram que o que parece perdido pode ser um achado.

Laboratório de Fisiologia do Esforço da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, acreditou na pesquisa, emprestou os instrumentos e me ofereceu amizade.

Ao 1º Esquadrão de Instrução Aérea, da Academia da Força Aérea, na pessoa de seu comandante e seus instrutores durante o ano de 2009.

Cel. Gabriel Domingos, Chefe da Seção de Educação Física da Academia da Força Aérea, pelo apoio às minhas necessidades de estudo.

Cadetes aviadores do 4º ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores da Academia da Força Aérea, no ano de 2009.

Minha família e amigos que entenderam os longos períodos afastada de seu convívio. Apoiaram, sugeriram e criticaram, com isso me fizeram crescer.

Dedico aos meus pais:

Luiz Itiene Kube e Terezinha Conte Kube

“ Há uma idade em que se ensina o que se sabe; mas vem em seguida outra, em que se ensina o que não se sabe: isso se chama pesquisar. Vem talvez agora a idade de outra experiência, a de desaprender, de deixar trabalhar o remanejamento imprevisível que o esquecimento impõe à sedimentação dos saberes, das culturas, das crenças que atravessamos. Essa experiência tem, creio eu, um nome ilustre e fora de moda, que ousei tomar aqui sem complexo, na própria encruzilhada de sua etimologia: *sapientia*; nenhum poder, um pouco de saber, um pouco de sabedoria, e o máximo de sabor possível.”

ROLAND BARTHES

RESUMO

O estudo fundamentou-se em conceitos de Fisiologia e Ergonomia, como carga laboral, distribuição do estresse e gasto energético para determinar a condição física compatível com a atividade de cadetes-aviadores. O objetivo da pesquisa foi determinar o nível de Aptidão físico-profissional aeróbica dos cadetes do 4º. Ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores da Academia da Força Aérea Brasileira (AFA), assim como verificar características da distribuição do estresse e da carga laboral na rotina diária dos mesmos. Destarte, uma amostra de 10 cadetes-aviadores foi monitorada durante toda sua jornada de atividades na AFA. As hipóteses estatísticas previam que o gasto energético médio de trabalho rotineiro não ultrapassaria 20% da potência aeróbica máxima dos cadetes e que o percentual de utilização da reserva de frequência cardíaca (%RFC) na jornada laboral não atingiria 60% em mais de 2/3 do tempo da rotina laboral. A frequência cardíaca individual foi registrada durante toda a jornada dos cadetes pesquisados, objetivando estimar o nível de estresse laboral das diferentes fases da rotina. O consumo máximo de oxigênio foi obtido através do teste de 12 minutos de Cooper. Informações coletadas em fichas de tempo-atividade e em entrevistas no final de cada dia de pesquisa foram também consideradas. A partir desses informes e utilizando a tabela de gasto energético do ACSM (2000), foi estimado o gasto energético médio e estabelecida a potência aeróbica máxima compatível com as solicitações laborais rotineiras, o que propiciou a definição do referencial mínimo desejável de Aptidão Físico-profissional (AFP). A jornada média diária de atividades obtidas da amostra de cadetes foi de 11 horas e 35 minutos, a potencia aeróbica média solicitada por jornada foi de 2,9 W/kg verificando-se que ela corresponde a 18,5 % da PAM (15,4 W/kg), portanto não atingindo o limite de 20% na jornada diária. Os cadetes utilizaram em média 26 % da reserva de frequência cardíaca em sua rotina de atividades. Apenas 3,93% dos registros de RFC na rotina diária da amostra atingiram 60% da RFC. Dessa forma as hipóteses nulas não foram rejeitadas. Essas informações e demais dados do estudo são inéditos na pesquisa Aeroespacial no Brasil e deverão contribuir para a Força Aérea Brasileira no aprimoramento qualitativo da formação de oficiais aviadores.

Palavras-chave: Aptidão Físico-Profissional. Carga laboral. Potência Aeróbica Máxima. Aviador. Cadete.

ABSTRACT

The study was based on concepts of physiology and ergonomics, such as workload, stress distribution and energy expenditure to determine the physical condition compatible with the activity of cadets aviators. The goal should research was to determine the level of Physical fitness-professional (PFP) aerobics cadets of the fourth grade of Training Course Aircrew Officers of the Academy Brazilian Air Force (CFOAv / AFA) and verify distribution characteristics of stress and workload at the same daily routine. Thus, a sample of 10 cadets, aviators were monitored throughout their journey in AFA activities. Statistical hypotheses predicted that the mean energy expenditure of routine work would not exceed 20% of maximal aerobic power of the cadets and the percentage of use of heart rate reserve (% HRR) in the working day would not reach 60% in over 2 / 3 time for routine work. The individual heart rate was recorded during the entire journey of the cadets surveyed, aiming to estimate the level of work stress of different phases of the routine. The maximum oxygen consumption was obtained by testing 12-minute Cooper. Information collected in forms of time-activity and in interviews at the end of each day's survey were also considered. From these reports and using the table of energy expenditure of the ACSM (2000), we estimated the average energy expenditure and maximal aerobic power (MAP) established consistent with the routine work requests, which offered the least desirable of the standard definition of Physical fitness-professional (PFP). The average daily round of activities of cadets of the sample obtained was 11 hours and 35 minutes, the average aerobic power required per shift was 2.9 W / kg verifying that it corresponds to 18.5% of MAP (15, 4 W / kg), thus not reaching the 20% limit on the workday. The cadets took on average 26 % heart rate reserve for their everyday activities. Only 3.93% of the records of HHR in the daily routine of the sample reached 60% of the HHR. Thus the null hypotheses were not rejected. This information and other data of the study are unpublished in Aerospace Research in Brazil and will contribute to the Brazilian Air Force in improving the quality of their officer training aviators.

Keywords: Physical fitness-professional. Workload. Maximum aerobic power. Aviator. Cadet.

LISTA DE FIGURAS

2.4.1	Vetores de forças aceleradoras (f) e inerciais ($G_{x,y,z}$) (Mc CORMICK, 1980)	42
2.6.1	A diminuição de Frequência Cardíaca e da Pressão Sistólica de um fundista ao longo do período de treinamento. (MELLEROWICZ; MELLER, 1979, p.13)	72
2.7.1	Os componentes do gasto energético. (MAUGHAN; BURKE, 2004, p.16)	78
2.7.2	Variação do metabolismo basal com a idade (MONOD, 1992, p.116)	79
4.2.1	Consumo máximo de oxigênio no Teste de Cooper, 4ºano, CFOAv, AFA, 2009	123
4.2.2	Potência Aeróbica Máxima cadetes-aviadores, 4ºano, CFOAv, AFA, 2009	124
4.4.1	Distribuição das médias de %RFC nas fases de atividade laboral cadetes-aviadores, CFOAv, 4º ano, AFA, 2009	131
4.5.1	Gasto energético (GE) em MET total e os tempos (minutos) das fases Cadetes-aviadores, 4º CFOAv, AFA, 2009	146
4.5.2	Gasto energético por fase em MET/minuto e intervalos de confiança (CI) 95% superior e 95% inferior (cadetes-aviadores, 4º ano, CFOAv, AFA, 2009)	148

LISTA DE TABELAS

2.8.1.1	Aeronaves por país em 1939 (Davies, 2009)	84
2.8.1.2	Aviões produzidos em três países importantes durante a II Guerra Mundial (Davies, 2009, p. 49-50)	85
4.1.1	Dados sobre a amostra pesquisada, cadetes-aviadores, CFOAv, AFA, em 2009	121
4.2.1	Dados do teste de Cooper (12 minutos), cadetes-aviadores, CFOAv, AFA em 2009	122
4.4.1	Percentuais médios da reserva de frequência cardíaca utilizados nas 12 fases de atividades da jornada dos cadetes	130
4.4.2	Número de registros de FC por tempo e por fases ao longo do tempo de pesquisa Cadetes-aviadores, 4º ano, CFOAv, AFA, 2009	132
4.4.3	Análise do Tukey-Kramer Multiple Comparison Test	132
4.4.4	Níveis de utilização de % do RFC (Wells; Balke; Van Fossand, 1957)	141
4.4.5	Classificação do nível de estresse com base na % RFC por fase de atividades para cadetes-aviadores pesquisados (CFOAv do 4º ano em 2009)	142
4.5.1	Gasto Energético (GE) geral dos cadetes-aviadores 4º ano, CFOAv da AFA em 2009	144
4.5.2	Gasto Energético por fase (GE F) de atividades da rotina laboral de cadetes aviadores 4º ano do CFOAv da AFA, em 2009	145

LISTA DE QUADROS

2.4.1	Sistemas de nomenclatura para expressar força “G” (Temporal, 1983)	43
2.8.1.1	Destaques de avanços tecnológicos que impulsionaram Forças Aéreas em favor de mais efetividade, mais letalidade e mais precisão antes e durante a I Guerra Mundial. (Rocha, M. 2010)	88
2.8.1.2	Destaques de avanços tecnológicos que impulsionaram Forças Aéreas em favor de mais efetividade, mais letalidade e mais precisão no entre-guerras. (Rocha, M. 2010)	88
2.8.1.3	Destaques de avanços tecnológicos que impulsionaram Forças Aéreas em favor de mais efetividade, mais letalidade e mais precisão na II Guerra Mundial (Rocha, M. 2010)	89
4.3.1	Fases de atividades de rotina do cadete-aviador do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009	128

LISTA DE SIGLAS

ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia
ACSM – *American college of sports medicine (EUA)*
AEC – *Atomic Energy Comission (EUA)*
AET – Análise ergonômica do trabalho
AFA – Academia da Força Aérea
AFOSR – *Air Force Office of Scientific Research (EUA)* Escritório de pesquisa científica da Força Aérea dos Estados Unidos da América
AFP – Aptidão físico-profissional
AFRL – *Air Force Research Laboratory (EUA)*
C&T& I – Ciência, tecnologia e inovação
C2 – Comando e controle
C3I – Comando, controle, comunicação, inteligência
C4ISR – *Command, control, computers, communication, intelligence, surveillance and reconnaissance (EUA)*
CCAer – Corpo de Cadetes da Aeronáutica (AFA/Brasil)
CDA – Comissão Desportiva da Aeronáutica (Brasil)
CEMAL – Centro de Medicina Aeroespacial (Brasil)
CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Brasil)
CFOAv – Curso de Formação de Oficiais Aviadores (Brasil)
CFOInf – Curso de Formação de Oficiais da Infantaria (Brasil)
CFOInt – Curso de Formação de Oficiais da Intendência (Brasil)
CIA – *Central Intelligence Agency (EUA)*
CNEN – Comissão de Energia Nuclear (Brasil)
CNPq – Conselho Nacional de pesquisa (Brasil)
COMAER – Comando da Aeronáutica (Brasil)
DARPA – *Defence Advanced Research Project Agency (EUA)*
DE – Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea (Brasil)
DISAET – Departamento Intersindical de Estudo e Pesquisa de Saúde e dos Ambientes de Trabalho (Brasil)
DoD – *Department of Defense (EUA)*
EBO – *Effects based operations (EUA)*

ECEMAR – Escola de Comando do Estado Maior da Aeronáutica (Brasil)

EIA – Esquadrão de Instrução Aérea (Brasil/AFA)

EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.

END – Estratégia Nacional de defesa (Brasil)

EUA – Estados Unidos da América do Norte

FAB – Força Aérea Brasileira

GPS – Sistema de posicionamento global

ICA – Instrução de Comando da Aeronáutica (Brasil)

IFS – Initial Flight Screening (EUA) Triagem inicial de voo

IFT – Initial Flight Training (EUA) Treinamento inicial de voo

ISR – Intelligence, surveillance and reconnaissance (EUA) Inteligência, vigilância e reconhecimento

ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica (Brasil)

JBFI – Joint Battle Infosphere (EUA) Batalha conjunta na infosfera

JFS – Joint fighter system (EUA) Sistema conjunto de combate

LUFTWAFFE – Força Aérea Alemã

MAC – Manobras e acrobacias

MAPA – Medidor automático de pressão arterial

MCA – Manual do Comando da Aeronáutica (COMAER/Brasil)

MEPSI – Micro Electro-Mechanical Systems-Based Picosatellite Inspector (EUA)

MEV – Manobras de esforço voluntário

MTB – Ministério do trabalho do Brasil

NASA – National Aeronautics and Space Administration (EUA)

NCW – Net Centered War (EUA)

NRF – National Research Foundation (EUA)

NSF – National Science Foundation (EUA)

OM – Organização militar (COMAER/Brasil)

OTAN – Organização do Tratado do Atlântico Norte

P&D – Pesquisa e desenvolvimento

PSRB – President Science Research Board (EUA)

RAF – Real Air Force (Reino Unido- UK)

RPV – Remotely piloted vehicle

SNA – Sistema nervoso autônomo

SPP – Science Public Policy (EUA)

T-25 – Aeronave treinadora básica fabricada pela Neiva (Brasil)

T-27 – Aeronave turboélice treinadora avançada fabricada pela Embraer (Brasil)

TACF – Teste de avaliação da condição física (AFA/Brasil)

TAL – Technological Alert List (EUA) Lista de alerta tecnológico

TIC – Troops in contact (EUA) Tropas em contato

TMB – Taxa metabólica basal

UAS – Unmanned Aircraft System (EUA)

UAV – Unmanned aerial vehicle (EUA)

UPT – Undergraduate pilot training (EUA) Treinamento para graduação de piloto

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USA – United States of America

USAF – United States Air Force

USAFA – United States Air Force Academy

V-1 – Vergeltunswaffen (armas da vingança)

V-2 – Vergelyunswaffen

VANTS – Veículos aéreos não-tripulados

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Por cento (porcentagem)

ADP – Difosfato de adenosina

AMP – Monofosfato de adenosina

ATP – Trifosfato de adenosina

bpm – Batimentos por minuto

DC – Débito cardíaco

FC – Frequência cardíaca

FC_{Máx} – Frequência Cardíaca Máxima

FCr – Frequência cardíaca de repouso

GE – Gasto energético

H⁺ - Íons de hidrogênio

HDL – Lipoproteínas de alta densidade

IMP – monofosfato de inosina

kcal – quilocalorias

kcal. Min⁻¹ – quilocalorias por minuto

kcal.kg⁻¹.h⁻¹ - quilocaloria por quilograma de massa corporal por minuto

l.min⁻¹ – litros por minutos

LDL – Lipoproteínas de baixa densidade

MCT – Massa corporal total

MET – Equivalente metabólico

ml O₂. kg⁻¹.min⁻¹ – mililitros de oxigênio por quilogramas de massa corporal por minuto

PA – Pressão arterial

PAM – Potência Aeróbica Máxima

PFK – Fosfofrutoquinase – enzima-chave do ciclo de degradação da glicose

pH – porcentagem de íons hidrogênio de uma solução

Pi – Fosfato inorgânico

PS – Pressão sistólica

RFC – Reserva de frequência cardíaca

VO₂ - Consumo de oxigênio

VO_{2máx} – Consumo máximo de oxigênio

VS – Volume sistólico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	26
1.2	HIPÓTESES	27
1.2.1	Hipóteses substantivas	27
1.2.2	Hipóteses estatísticas	28
1.3	VARIÁVEIS	28
1.3.1	Variáveis independentes	29
1.3.2	Variáveis dependentes	29
1.4	OBJETIVOS	29
1.4.1	Objetivo geral	29
1.4.2	Objetivos específicos	29
2	REVISÃO DE LITERATURA	30
2.1	MARCO TEÓRICO DA PESQUISA	30
2.2	ATIVIDADE LABORAL DO AVIADOR	31
2.3	INFLUÊNCIA DA ABORDAGEM ERGONÔMICA NA PESQUISA AEROESPACIAL	36
2.4	ASPECTOS RELEVANTES EM FISIOLOGIA AEROESPACIAL	40
2.5	A IMPORTÂNCIA DA FADIGA NA AVIAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM APTIDÃO FÍSICA AERÓBICA	51
2.5.1	Mecanismos fisiológicos do processo de fadiga periférica	53
2.5.2	Hipóteses sobre os mecanismos fisiológicos do processo de fadiga central	56
2.5.3	Implicações do processo de fadiga para o avião e segurança de vôo.	60
2.6	ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS DO ORGANISMO PROVOCADAS PELA ATIVIDADE FÍSICA E SEUS BENEFÍCIOS PARA O AVIADOR	67
2.7	QUESTÕES ENERGÉTICAS E CARGA LABORAL	77
2.8	PODER AEROESPACIAL E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA. A FORÇA AÉREA DO AR, DO ESPAÇO E DO CIBERESPAÇO	81
2.8.1	O desenvolvimento tecnológico na construção do conceito de poder aéreo a partir da II Guerra Mundial	84
2.8.2	O emprego da Força Aérea no Brasil: breve histórico e perspectivas	89
2.8.3	Ciência & Tecnologia e o Poder Aéreo estão integral e sinergicamente relacionados	92
2.8.4	Aceleração tecnológica: ciência, globalização e poder	99
2.8.5	A dissuasão atômica e outras tecnologias do Poder Aeroespacial	104
3	METODO	114
3.1	POPULAÇÃO E AMOSTRA	114
3.2	PROCEDIMENTOS	115
3.3	INSTRUMENTAÇÃO	118
3.4	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	119
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	121

4.1	DADOS SOBRE A AMOSTRA	121
4.2	TESTE DE COOPER (CORRIDA EM 12 MINUTOS)	121
4.3	COMPOSIÇÃO DAS FASES DE TAREFAS DENTRO DA ROTINA LABORAL DO CADETE-AVIADOR	127
4.4	PERCENTUAL DA RESERVA DE FREQUÊNCIA CARDÍACA (%RFC) UTILIZADO NAS FASES DE ATIVIDADES DE ROTINA DOS CADETES AVIADORES, 4º ANO, CFOAV DA AFA, 2009	129
4.5	GASTO ENERGÉTICO LABORAL MÉDIO DOS CADETES-AVIADORES DO 4º ANO DO CFOAv. DA AFA EM 2009	142
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	153
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
	GLOSSÁRIO	173
	APÊNDICE A - FICHA DE DADOS PESSOAIS	182
	APÊNDICE B - FICHA DE REGISTRO DE ATIVIDADES LABORAIS	183
	APÊNDICE C - FICHA DE REGISTRO DE ATIVIDADES DO VÔO	184
	APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	185
	APÊNDICE E - CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA	186
	APÊNDICE F - ESQUEMA DE AJUSTES E USO DO MONITOR CARDÍACO	187
	APÊNDICE G - FICHA DO TESTE DE COOPER	190
	ANEXO A - COMPENDIUM OF PHYSICAL ACTIVITIES: CLASSIFICATION OF ENERGY COSTS OF HUMAN PHYSICAL ACTIVITIES (ACSM)	191

1 INTRODUÇÃO

A Estratégia Nacional de Defesa (END, 2008, p.20)¹, prevê quatro objetivos estratégicos da Força Aérea: a) Prioridade da vigilância aérea, b) o poder para assegurar a superioridade aérea local, c) a capacidade para levar o combate a pontos específicos do território Nacional, em conjunto com o Exército e a Marinha, constituindo uma única força combatente, sob a disciplina do teatro de operações e, ainda, d) necessidade de assegurar à Força Aérea o domínio de um potencial estratégico organizado em torno de uma capacidade e não de um inimigo, o que torna relevante o desenvolvimento de plataformas bélicas, sistemas de armas, subsídios cartográficos e recursos humanos e de inteligência.

Esse trabalho se pauta nas premissas de que poder aéreo não é uma questão apenas de tecnologias, aeronaves de última geração e estratégias eficientes, mas também da importância da preparação adequada daqueles que serão os atores nesse complexo cenário, os aviadores.

Pode-se dizer que o trabalho dá ênfase a uma “tecnologia de capacitação humana”, considerando que por definição do dicionário de Ferreira (1995) tecnologia abarca um conjunto de conhecimentos, pautado em princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade. O objetivo em pauta no trabalho é a melhor capacitação humana para a atividade da aviação.

Tecnologias têm aumentado exponencialmente o potencial bélico das aeronaves, primando pela precisão quase cirúrgica de sua atuação em combate, bem como na tarefa de vigilância e reconhecimento.

O preparo do ser humano por trás de todo esse aparato tecnológico muitas vezes tem sido deixado para segundo plano, não só na concepção ergonômica das aeronaves, como nas exigências psicofisiológicas dessas tecnologias impondo ao piloto uma demanda além de suas habilidades. O piloto passa, então, a ser um gerenciador de sistemas computacionais, responsáveis pelo controle de inúmeros comandos da aeronave (MENEZES, 2008).

Esses sistemas computacionais de controle da aeronave, são sistemas que têm alto grau de redundância visando a segurança da aeronave. Dessa forma o piloto fica com poucas opções de intervenção fundamentada em sua experiência, além desses sistemas exigirem um alto emprego de atenção multifocalizada, levando o piloto a somar maior estresse e fadiga.

¹ Cf. glossário

Mudanças tecnológicas devem afetar o preparo dos pilotos. As aeronaves civis e militares apresentam um alto nível de automação que mais se parecem com consoles de computadores. Estudo de Martins; Soares; Falcão (2009) apontam para a necessidade de pesquisas que considerem os possíveis conflitos entre a “lógica humana” e a “lógica da automação” que são verificados nos sistemas de controle de aeronaves.

As Forças Aéreas se deparam hoje com o alto custo das tecnologias sofisticadas limitando a sua operacionalidade. Mesmo as aeronaves de combate de 4ª geração possuem sofisticado aparato de controle computacional que colocam o piloto numa situação de relativa dependência dos sensores controlados por computadores da aeronave, pois segundo Martins; Soares; Falcão (2009), nenhuma aeronave comercial, ou militar é totalmente controlada apenas pelo homem ou totalmente por computadores. Os sistemas são simbióticos complementando-se no processamento de informações e comando da aeronave.

Uma aeronave de 5ª geração, como o F-22 (Raptor) de características furtivas (Stealth) é quase totalmente controlada por computadores. Somente os Estados Unidos possuem um sistema dessa natureza em operação. Esse sistema é oneroso, justamente devido ao complexo controle computacional e tecnologia sensível. Mesmo esse aparato exige do piloto alto grau de concentração e de reconhecimento de situações baseados em suas experiências e em sua capacidade psicofisiológica de controlar o sistema.

Ora, entre Forças Aéreas de países em desenvolvimento, poucas possuem condições orçamentárias para sustentar sistemas de 4ª e 5ª geração. As aeronaves de combate multimissão de 4ª geração, como o Dassault Rafale, e F-18 Hornet, a Eurofighter Typhoon exigem que o piloto apresente melhor condição psicofisiológica, dado que o conjunto homem-máquina não fica totalmente à mercê de computadores, mas requer o concurso de maior habilidade e competência do piloto (CLODFELTER, 2009).

Dessa feita, conclui-se que a atividade laboral do aviador compõe-se de uma complexa inter-relação cognitiva, física e emocional com o posto de trabalho, a aeronave, e sua missão.

Considerando que o posto de trabalho do aviador diferencia-se da maior parte dos demais pela alta exigência da percepção psicofísica, pois se trabalha num ambiente em movimento e, é diante dessas variáveis, que ele deve tomar constantes decisões que, por sua vez se fundamentam em suas habilidades, em seu conhecimento, o conhecimento do potencial de sua aeronave, requisitando planejamento dinâmico de suas ações.

O organismo diante dessas demandas responde psicofisiologicamente de maneira diversificada. Pesquisas sobre as respostas fisiológicas do piloto durante seu período laboral, que inclui o voo, podem fornecer informações sobre o grau de exigência das tarefas e

confrontar tais dados com o nível de preparo psicofisiológico para responder aos fatores estressores de sua rotina de trabalho.

A identificação da magnitude do estresse e da carga laboral das diversas atividades que compõem o labor do aviador e, principalmente, as que incidem no voo, traz informações importantes para detectar as condições de aptidão física necessária ao piloto para responder às requisições das tarefas. Ambas as informações podem ser analisadas e moduladas para maximizar o desempenho desses profissionais no êxito da missão e da segurança de voo.

Algum conhecimento já existe sobre pilotos de grandes jatos (ITANI, 1998; PALMA, 1998; MOREIRA, 1997; MARTINS; SOARES; FALCÃO, 2009), com pilotos de caça da Força Aérea Brasileira (PALMA e PAULICH, 1999; GUIMARÃES, 2006), no entanto nada existia sobre as características das solicitações laborais da formação do futuro oficial aviador da Força Aérea Brasileira (FAB).

Estariam esses cadetes em condições de responder às exigências do Curso de Formação de Oficiais Aviadores da Academia da Força Aérea (CFOAv - AFA) sem comprometer sua condição de saúde? Teriam eles condição física aeróbica, importante para o bom desempenho em voo, manutenção da saúde e para suportar as exigências da rotina laboral?

Deve-se fazer uma diferenciação do oficial aviador, seja ele um piloto de combate, seja ele um piloto de patrulha, ou de resgate e salvamento, em relação ao cadete-aviador. Para isso é necessário conhecer, de forma objetiva, como é formado o cadete-aviador.

A Academia da Força Aérea tem como missão, formar os oficiais de carreira da Aeronáutica dos Quadros de Oficiais Aviadores (CFOAv), Intendentes (CFOInt) e de Infantaria da Aeronáutica (CFOInf) da Força Aérea Brasileira (FAB), objetivando desenvolver, aperfeiçoar e avaliar em cada cadete os atributos militares, intelectuais e profissionais, além dos padrões éticos, morais, cívicos e sociais, obtendo-se, como produto final deste processo, oficiais capazes e eficientes, em condições de se tornarem verdadeiros líderes de uma moderna Força Aérea.

Na formação do cadete estão incluídos os ensinamentos éticos, morais, científicos, militares e técnicos especializados, ministrados por professores civis e instrutores militares, coordenados pela Divisão de Ensino (DE) e o Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer).

Especificamente o Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) fornece instrução aérea, para cadetes do sexo masculino e feminino, na 2ª série do curso, voando o T-25 “Universal”, fabricado pela Indústria Aeronáutica Neiva (Botucatu, SP). Esse é um avião para instrução primária e básica, no qual voam 75 horas.

Na 4ª série a instrução aérea é realizada na aeronave T-27, “TUCANO”, turboélice fabricado pela Embraer (São José dos Campos, SP) para instrução avançada, no qual voam 125 horas.

O objetivo dessa formação, que acontece em quatro anos, é desenvolver as qualidades individuais de pilotos militares que dominam a aeronave em manobras de precisão, acrobacias, vôos em formatura e vôo por instrumentos. Na AFA, em Pirassununga (SP) são preparados para futuros treinamentos de combate, que realizarão em Natal (RN) como Aspirantes a Oficial-aviador.

Nesse processo de formação o cadete está sob constante estresse, não só pela carga laboral imposta pelo curso, como também pelas avaliações, muitas vezes decisivas para a continuidade de sua carreira militar. Sem contar que além de constantemente demonstrar suas capacidades militares e suas competências no vôo, também deve se dedicar ao curso de Administração, com ênfase em Gestão Pública, implantado em 2005 e inserido no quadro curricular já existente.

Para essa pesquisa se buscou uma amostra voluntária de cadetes aviadores através dos quais seria possível acompanhar as tarefas, levantar a quantidade delas, o nível de estresse gerado, entre outros objetivos, sem que se interferisse na rotina, uma vez que o objetivo complementar era analisar justamente como as coisas aconteciam durante a rotina.

Diante do quadro apresentado a pesquisa foi planejada e realizada e os dados obtidos, aqui apresentados, representam um conjunto de informações e conhecimentos inéditos na Força Aérea Brasileira e no conjunto de publicações ligadas ao Poder Aeroespacial.

O problema de pesquisa foi formulado fundamentando-se em conhecimentos da fisiologia do trabalho e da ergonomia, destacando-se o conceito de que a carga laboral de uma pessoa deve ser compatível com a sua condição física, segundo Monod (1992).

A adequação da condição aeróbica à demanda energética média das rotinas laborais é que define a Aptidão físico-profissional (AFP)² aeróbica desejável. Então, o conhecimento do custo energético médio das jornadas laborais, assim como da duração média das mesmas e como era distribuído o estresse laboral desses cadetes-aviadores foram, basicamente, as questões que nortearam a pesquisa.

A partir desses questionamentos propôs-se utilizar registros de tempo-atividade, ou seja, a descrição das atividades e o tempo gasto para executá-las, sendo analisado a partir de informações registradas pelos cadetes em ficha de atividades de rotina, permitindo,

² Cf. glossário

posteriormente, uma estimativa do gasto energético laboral médio e o estabelecimento do valor de potência aeróbica máxima (PAM) individual, compatível com as solicitações laborais rotineiras, o que propiciou a definição do referencial mínimo desejável de Aptidão físico-profissional (AFP) aeróbica.

Respostas da frequência cardíaca ao longo da jornada típica diária de uma amostra de dez cadetes do 4º. ano do CFOAv da AFA permitiram a verificação da distribuição do estresse na rotina e a identificação das fases nas quais ele se apresentava mais intenso.

O conceito de Aptidão físico-profissional (AFP), proposto por Moreira (1986), fundamentou-se em pesquisas, principalmente de Monod (1992), que definiu a Aptidão Física³ como a condição física necessária para suportar rotineiramente as demandas físicas de uma ocupação profissional, sem perder a eficiência do desempenho e sem prejudicar a saúde.

O objetivo fundamental da pesquisa foi determinar o nível de Aptidão físico-profissional aeróbica dos cadetes do 4º. Ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores da Academia da Força Aérea, valendo-se de objetivos mais específicos, tais como: estimar o gasto energético (GE) laboral médio dos cadetes-aviadores e determinar sua potência aeróbica máxima (PAM).

Objetivou-se ainda conhecer características da distribuição do estresse em resposta à carga laboral na rotina diária do cadete, o que foi feito, especificamente, calculando os percentuais da reserva de frequência cardíaca (%RFC) utilizados pelos cadetes ao longo dessa rotina diária.

Partiu-se de pressupostos primários de que os cadetes do 4º. ano do CFOAv da AFA possuíam Aptidão físico-profissional aeróbica, uma vez que deles é exigida uma resposta satisfatória ao longo dos quatro anos de formação nos testes periódicos de avaliação da condição física (TACF), pois tal avaliação faz parte da nota total do cadete e que a distribuição do estresse laboral deve estar bastante diluída pelas atividades de estudos, que na observação da rotina desses cadetes pode implicar numa jornada diária sem muita intensidade, provavelmente com exceção ao voo.

Para sustentar essas premissas, hipóteses estatísticas foram formuladas. As hipóteses nulas conjecturaram que o gasto energético médio de trabalho rotineiro dos cadetes do 4º. ano do CFOAv da AFA em 2009, não ultrapassaria a 20% da potência aeróbica máxima dos mesmos e o percentual de utilização da reserva de frequência cardíaca (%RFC) dos cadetes durante a jornada laboral não atingiria 60% em mais de 2/3 do tempo da rotina de trabalho.

³ Cf. glossário

A metodologia de trabalho utilizada na pesquisa pautou-se na descrição de tempo-atividade em fichas apropriadas e na condição física aeróbica observada em Teste de corrida de 12 minutos, de Cooper. Já a distribuição do estresse de trabalho foi verificada por meio de coleta de dados de frequência cardíaca.

Esses fundamentos determinaram em muito a construção do desenho de pesquisa, como por exemplo, a frequência cardíaca (FC) que é para Monod (1992) um dado importante para referenciar um conjunto de conhecimentos em psicofisiologia e fisiologia do esforço, tanto para o trabalho muscular geral, como para o localizado.

O registro da frequência cardíaca era efetuado através de monitores cardíacos, ao longo da jornada diária de cada cadete da amostra. Complementavam tais registros, informações sobre as atividades realizadas no dia em fichas especiais e ao final de cada dia de pesquisa realizavam-se entrevistas com os sujeitos pesquisados, com o objetivo de coletar informações complementares relevantes sobre as tarefas do dia.

Mediante as informações sobre as tarefas desenvolvidas diariamente pelos cadetes foram construídas fases de atividades da rotina, compostas, cada uma delas, por ocupações que se equivaliam em tipos de tarefas, identificando um montante de doze fases de atividades rotineiras dos cadetes aviadores do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009.

Seguiu-se a idéia central do pensamento de Wisner, que incentiva o pesquisador ir a campo, acompanhando o trabalhador em sua rotina, coletando dados e observando o pesquisado sem que, durante esse processo, interfira nele. O comportamento e o discurso do trabalhador trazem informações importantes para a pesquisa, além dos dados objetivos, coletados através de instrumentos (WISNER, 1987).

A estrutura da tese compreende capítulos que tratam de vários aspectos da atividade do aviador e das implicações fisiológicas dessas atividades sobre seu organismo, conhecimentos esses que se aplicam quase totalmente aos cadetes, além das questões que norteiam a capacitação humana para fortalecimento do poder aéreo da nação.

Na revisão de literatura, capítulo 2, encontra-se uma série de subcapítulos tratando de diversos pontos que são inerentes ao conhecimento das atividades de vôo e que estão presentes em todos os níveis de aviação, mas de forma especial fundamentam o conhecimento da complexidade da formação de um aviador, imprescindível para entender as atividades que compõem a rotina laboral desses jovens cadetes-aviadores.

A primeira seção é dedicada às discussões sobre o marco teórico da pesquisa, que se fundamentam nos conhecimentos de ergonomia e fisiologia do trabalho, dos estudos de Monod (1992) e Wisner (1987, 1994).

A seguir a revisão analisa a atividade laboral do aviador, considerando em especial, que tal conhecimento fundamenta as atividades técnicas especializadas dos cadetes-aviadores do CFOAv da AFA.

Discute-se desde o exíguo espaço da nacele⁴ da aeronave militar até um conjunto de fatores físicos, mecânicos, químicos, biológicos que incidem de maneira constante em cada tarefa de trabalho ou missão.

Na seção seguinte é discutida a influência da abordagem ergonômica na pesquisa aeroespacial, partindo-se da afirmação de Wisner (1987) que define como foco da ergonomia o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto, segurança e eficácia, baseando-se essencialmente em conhecimentos no campo das ciências do homem (Antropologia, Cineantropometria, Fisiologia, Psicologia e Sociologia).

Aspectos relevantes em fisiologia aeroespacial são tratados na próxima seção da revisão de literatura, partindo-se do pressuposto que o ato de pilotar uma aeronave é uma tarefa complexa e de pouco conforto físico.

Consideram-se as questões da pressão sofrida pelo corpo quando do incremento ou detrimento do fator de aceleração corporal, ou fator de carga “G”, nos mais diversos tipos de manobras rotineiras. Também o estresse psicofisiológico do cadete piloto que deve estar com todos os seus sentidos em alerta e prontidão, na mais plena condição física para o êxito da tarefa.

Destacam-se informações sobre as forças acelerativas sofridas pelo piloto durante o voo em aeronave, principalmente em aeronaves de combate e ainda as questões referentes à hipóxia, baixa oxigenação sanguínea que acomete o piloto, enfatizando o que se refere a transtornos atmosféricos e os relacionados à altitude do voo.

A fadiga e sua importância na aviação, além da relação com aptidão física aeróbica e a segurança na aviação formam a próxima seção de revisão de literatura, considerando que a fadiga é um dos maiores desafios da fisiologia do esforço, que dedica pesquisas para retardar o processo de sua instalação. O treinamento físico adequado tem se apresentado como o meio natural para se conseguir esse feito, pois assegura um bom desempenho por um tempo mais prolongado, fator importante no esporte e sobremaneira, na aviação.

⁴ Cf. glossário

A boa condição psicofisiológica geral do piloto, aliada a uma pronunciada condição aeróbica são fatores de segurança de voo. Isso pode minimizar os sintomas do processo de fadiga e, provavelmente, as ocorrências acidentais em aeronáutica.

O conhecimento das adaptações fisiológicas do organismo provocadas pela atividade física e seus benefícios para aviador, de forma especial o piloto que está sendo formado, segue na próxima seção, com o objetivo de apresentar, algumas informações relevantes ao atual estudo para que se conheça a importância da atividade física como fundamento imprescindível para a saúde e a segurança do cadete-aviador.

A atividade física, especialmente a que é desenvolvida sistematicamente e com acompanhamento de profissionais da Educação Física, tem vários objetivos gerais e específicos. Os objetivos gerais podem ser dedicados a desenvolver a resistência aeróbica, a resistência muscular, a força, a velocidade e a flexibilidade.

Essa seção preconiza o equilíbrio entre o treinamento da aptidão aeróbica e da aptidão anaeróbica, essa última, de forma especial, por estimular a resistência da musculatura dos membros inferiores e do abdome, uma vez que manobras de contração dessa musculatura produzem respostas imediatas para a manutenção do sangue na parte superior do tronco, o que irriga o cérebro e evita a perda de consciência do piloto.

Questões energéticas e de carga de trabalho são tratadas em destaque na seção seguinte, desafiando-se a responder quanto aos desequilíbrios fisiológicos gerados pela atividade aviatória, colocando maior empenho no estudo e conhecimento das requisições energéticas e de custo energético do trabalho a que são submetidos os organismos diante dessas demandas ambientais.

A preocupação final está centrada na Aptidão físico-profissional do aviador que a cada dia será mais requisitado, tendo em vista as novas tecnologias embarcadas nas aeronaves e as novas doutrinas de emprego da arma aérea no cenário do poder aeroespacial.

Finalmente, concluindo a revisão bibliográfica, destacam-se as questões do poder aeroespacial, a evolução tecnológica que torna o emprego da Força Aérea mais efetiva no ar, no espaço e no ciberespaço utilizando-se de seus atributos, tais como alcance, altitude, velocidade, letalidade, precisão, flexibilidade e interoperacionalidade sistêmica.

Para isso foi necessário revisar brevemente a relação da tecnologia na formação da Força Aérea e presença desta, além de outras variáveis como indústria aeroespacial, recursos humanos especializados, a aviação civil, a pesquisa, desenvolvimento e inovação para dar suporte ao poder aeroespacial.

Estratégias e doutrinas de emprego da arma aérea tem sido alvo de revisões e estudos, pois a dinâmica da realidade geopolítica de um mundo globalizado deve fundamentar as decisões sobre as questões de defesa, política estratégia e relações internacionais.

Com a evolução tecnológica a organização do trabalho se faz a partir de atividades que não se limitam à área mental e física. Hoje qualquer atividade laboral, ou pelo menos boa parte delas, se caracteriza pelo intenso e complexo componente cognitivo e de gerenciamento de dados, que gera uma resposta de enfrentamento ao estresse produzido. Daí a importância de pesquisas que contemplem as variáveis em jogo e forneçam subsídios para melhoria da capacitação do ser humano, ator principal deste cenário.

O capítulo 3 trata do método adotado pela pesquisa para resolver a questão das hipóteses e das variáveis em jogo. Também contempla a identificação da amostra, a descrição do material utilizado, os procedimentos sistematizados para a pesquisa e o tratamento estatístico dos dados obtidos da amostra ao longo do período pesquisado.

O capítulo 4 traz os resultados obtidos na pesquisa e a discussão de cada conjunto apresentado e tratado na pesquisa e o capítulo 5 finaliza com conclusões e recomendações, que englobam desde aquelas referentes a Aptidão físico-profissional aeróbica do cadete aviador do CFOAv da AFA em 2009 e a inserção das variáveis psicofisiológicas tratadas na pesquisa até a relação destas com a concepção de que nenhum poder bélico pode existir sem que haja a potencialização do desempenho humano, fator impreterível para o Poder Aeroespacial.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A carga laboral de uma pessoa deve ser compatível com a sua condição física (MONOD, 1992). É necessário, portanto, conhecer as características da carga laboral dos cadetes do 4º ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA) para que se possa verificar se ela está adequada à condição física dos cadetes-aviadores.

Na composição da carga laboral considera-se, o tempo dedicado às atividades de rotina, os tipos de atividades que compõem a rotina, o conjunto de frequência cardíaca, como resposta fisiológica à requisição estressora e o gasto energético requisitado pelas atividades. Além disso, é importante saber como se distribuí o estresse na rotina desses

cadetes em processo de aprendizagem e formação. Tampouco se conhece o nível da Aptidão físico-profissional aeróbica (AFP) desejável para responder às demandas geradas na rotina diária de trabalho do cadete-aviador.

Registros de tempo-atividade devem ser analisados, pois podem permitir uma estimativa do gasto energético laboral médio e o estabelecimento do valor de potência aeróbica máxima (PAM) individual, compatível com as solicitações laborais rotineiras, o que propicia a definição do referencial mínimo desejável de Aptidão físico-profissional aeróbica (AFP).

A resposta da frequência cardíaca ao longo da jornada típica diária dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA pode ser usada como forma tangível de conhecer como respondem aos agentes estressores presentes na rotina focada nesse parâmetro fisiológico de fácil acesso e boa confiabilidade, além de poder avaliar a distribuição desse estresse, identificando as fases onde ele é mais intenso e conhecer o nível de intensidade.

Em suma o problema de pesquisa visa responder alguns questionamentos, tais como: qual o gasto energético médio das rotinas laborais desses cadetes, qual a duração média da jornada laboral, como se faz a distribuição de estresse laboral na rotina, qual o consumo máximo de oxigênio da amostra estudada, qual o potência aeróbica máxima e aptidão físico-profissional desses cadetes estudados nessa pesquisa?

Parece ser relevante para a Força Aérea Brasileira conhecer a Aptidão físico-profissional aeróbica, a carga laboral a que é submetido o cadete-aviador e a distribuição do estresse da sua rotina, uma vez que tal conhecimento poderá contribuir para o aprimoramento qualitativo dos programas de formação de oficiais aviadores da Aeronáutica.

1.2 HIPÓTESES

1.2.1 - Hipóteses substantivas:

a) os cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009 possuem Aptidão físico-profissional aeróbica.

b) a distribuição do estresse laboral dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009 não mostra intensidade excessiva durante a jornada diária.

1.2.2 Hipóteses estatísticas:

1.2.2.1 Hipóteses nulas:

H_0 (a): o gasto energético médio de trabalho rotineiro dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009, não ultrapassa 20% da potência aeróbica máxima desses cadetes.

H_0 (b): o percentual de utilização da reserva de frequência cardíaca (%RFC) dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009, não atinge 60% em mais de 2/3 do tempo da jornada laboral de rotina desses cadetes.

1.2.2.2 Hipóteses alternativas:

H_1 (a): o gasto energético médio de trabalho rotineiro dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009 ultrapassa 20% da potência aeróbica máxima desses cadetes.

H_1 (b): o percentual de utilização da reserva de frequência cardíaca (%RFC) dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009 atinge 60% em mais de 2/3 do tempo da jornada laboral de rotina desses cadetes.

1.3 VARIÁVEIS

1.3.1 Variáveis independentes:

1.3.1.1 Potência aeróbica máxima dos cadetes.

1.3.1.2 Gasto energético laboral médio dos cadetes.

1.3.1.3 Duração média da jornada laboral dos cadetes.

1.3.1.4 Intensidade do estresse laboral experimentada no cumprimento das tarefas de rotina diária.

1.3.2 Variáveis dependentes:

1.3.2.1 Aptidão físico-profissional aeróbica dos cadetes, pois depende da PAM, do gasto energético laboral médio e da duração da jornada.

1.3.2.2 Percentual da potência aeróbica máxima correspondente ao gasto energético laboral médio, pois depende da PAM e da duração da jornada.

1.3.2.3 Percentual da reserva de frequência cardíaca utilizado durante a execução das tarefas laborais, pois depende da intensidade do estresse.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral:

Verificar o nível de Aptidão físico-profissional aeróbica, a carga laboral e a distribuição de estresse presente na rotina dos cadetes do 4º ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA) em 2009.

1.4.2 Objetivos específicos:

1.4.2.1 Estimar o gasto energético (GE) laboral médio dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009.

1.4.2.2 Determinar a potencia aeróbica máxima (PAM) dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009.

1.4.2.3 Verificar a duração média da jornada laboral dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009.

1.4.2.4 Calcular os percentuais da reserva de frequência cardíaca (%RFC) utilizados por cadetes do 4º ano do CFOAv, em 2009, ao longo do tempo da jornada laboral de rotina.

1.4.2.5 Verificar a distribuição do estresse laboral na rotina diária dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009.

1.4.2.6 Verificar se os valores do percentual de reserva da frequência cardíaca (%RFC) encontrados atingiam 60 % RFC em 2/3 da jornada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO DA PESQUISA

A pesquisa se pauta nos conceitos de aptidão física, carga laboral e gasto energético utilizados na ergonomia e na fisiologia do trabalho e fundamenta-se nas pesquisas de Monod (1992), quando fala que a carga laboral do trabalhador deve ser compatível com sua condição física e que a porcentagem de reserva de frequência cardíaca utilizada pelo trabalhador deve ser compatível com o tempo utilizado na jornada de trabalho.

Por outro lado Wisner (1987, 1994) através da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e da ação ergonômica, aborda a idéia central de seu pensamento de que o pesquisador deve ir a campo e acompanhar o trabalhador em sua rotina, diagnosticando as reais condições, sem, contudo, interferir durante o processo.

Wisner (1987, 1994) também considera o discurso do trabalhador sobre a tarefa prescrita e a tarefa realizada. Segundo o autor sempre se aprende algo a partir do comportamento e do discurso do trabalhador, por isso as fichas de informação de atividades e as entrevistas pós-atividades, são importantes para revelar a natureza global do envolvimento do trabalhador com sua tarefa.

Os métodos de avaliação de carga física geral se valem da medida do consumo de oxigênio, pois é um dado diretamente proporcional à atividade metabólica do organismo.

Com base no consumo de oxigênio, o American College of Sports Medicine (ACSM) produziu tabela para avaliação do custo energético das atividades que são desenvolvidas pelos seres humanos nas mais variadas atividades expressas na forma de equivalentes metabólicos (MET), sendo que 1 MET equivale a $3,5 \text{ ml de O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

A frequência cardíaca (FC) aparece como importante informação para referenciar um conjunto de conhecimentos em ergonomia e fisiologia e psicofisiologia. Fenômenos da digestão, da postura, da altitude, da temperatura, do ruído e dos fenômenos perceptivos ou sensoriais, produzem respostas diretas da frequência cardíaca. Interpretações das variações observadas no posto de trabalho redundam em bom conhecimento dos prováveis agentes estressores que provocam sua resposta (MONOD, 1992).

Para o registro de frequência cardíaca utilizam-se monitores da resposta cardíaca, aparelhos de fácil manuseio que permitem amplitude de movimentação do sujeito sem que

haja interferências na atividade laboral. Através desses monitores se pode obter um histórico de registros de frequência cardíaca (FC) no decorrer de todo um tempo de rotina laboral.

A frequência cardíaca é apenas uma medida de registro e não um método de medida da carga física de trabalho, uma vez ser ela influenciada por fatores tais como: tensão mental, emocional, café, tabaco e outros como, a sudorese e nível de atividade muscular (WISNER, 1987).

As variações de frequência cardíaca estão muito ligadas às características individuais, do sistema cardiovascular influenciado pelo sistema límbico, que participa dinamicamente adaptando-se às exigências colocadas pelo ambiente externo e interno, que passam a ser denominados de agentes estressores. A resposta cardiovascular mais visível e mensurável é a mudança da frequência cardíaca (FC), mas pode-se também registrar as variações da pressão arterial por um mensurador automático de pressão arterial (MAPA).

O conceito de Aptidão físico-profissional (AFP) proposto por Moreira (1997) baseia-se em estudos, principalmente, de Monod (1992) e pode ser definido como a condição física necessária para que uma pessoa possa suportar rotineiramente as demandas físicas de uma ocupação profissional, sem que seu organismo perca a eficiência no desempenho e sem prejudicar a sua saúde.

2.2 ATIVIDADE LABORAL DO AVIADOR

A atividade laboral ligada à aviação envolve o aviador numa complexa inter-relação cognitiva, física e emocional com o posto de trabalho, ou seja, a aeronave e sua missão. Destacam-se a percepção psicofísica num ambiente em movimento, constantes tomadas de decisões fundamentadas em conhecimento, planejamento e memória.

O organismo diante dessas demandas responde psicofisiologicamente de maneira diversificada e essas respostas podem fornecer informações sobre o nível de exigência da tarefa e o nível orgânico do trabalhador para responder aos fatores estressores de forma individual.

Identificar o nível das respostas fisiológicas e a carga estressora das diversas atividades que compõem o labor do aviador e, principalmente, as que incidem no voo são informações importantes para detectar as suas condições de aptidão física nas respostas às

requisições das tarefas. Ambas as informações podem ser analisadas e moduladas para maximizar o desempenho desses profissionais e seu aproveitamento nas missões.

O propósito militar de proteger os interesses da nação — humanos, econômicos, políticos e territoriais — resulta na exigência de que as forças armadas diligenciem para manter a nação superior às nações que oferecem ameaça. A prontidão militar sempre utilizou tecnologias modernas apropriadas para fazê-lo. É essa necessidade, em vez de algo intrínseco e coercitivo nas próprias tecnologias, que cria a pressão para o desenvolvimento e a utilização delas — seja no que diz respeito ao aperfeiçoamento do desempenho humano, seja no sistema de detecção de mísseis (DE RENZO; SZAFRANSKI, 1997, p. 30).

O propósito do estudo atual é pesquisar qual o nível de aptidão física do cadete-aviador, mas *a posteriori* aprimorar qual a magnitude de um possível aumento do desempenho humano através de melhor resposta fisiológica estimulada por programa adequado de treinamento físico para desenvolvimento de Aptidão físico-profissional aeróbica.

A atividade laboral dos cadetes-aviadores do CFOAv-AFA, objetiva preparar esses pilotos para se tornarem oficiais-aviadores da Força Aérea Brasileira e poderem se especializar e cumprir futuras operações. Para essas missões deverão atingir exigentes padrões de desempenho na execução das atividades especializadas.

A formação desses futuros oficiais-aviadores envolve o conhecimento do processo de comunicação radiofônicas relativas à proteção ao voo e controle do tráfego aéreo, a compreensão do mecanismo de funcionamento dos vários sistemas de aeronaves, a utilização dos procedimentos recomendados pela medicina da aviação, o planejamento das missões de voo local ou em rota e a realização de missões de voo local ou em rota, individual ou em formatura, dentro das regras de voo visual e de voo por instrumentos, segundo a Instrução de Comando da Aeronáutica (ICA, 37-113, 2002, p. 11) (DALLA CORTE; BARION; TAMASHIRO, 2006, p.31).

O voo em aeronave militar e em situação de treinamento parece carregar uma quantidade considerável de variáveis estressoras. Considere-se a influência das forças acelerativas atuantes sobre o conjunto piloto-aeronave, além das constantes varreduras visuais sobre os instrumentos de bordo, as percepções gerais que o piloto deve desenvolver sobre a aeronave, as variações das condições climáticas e as dificuldades de comunicação.

Tanto o aprendiz quanto o instrutor, estão imersos num processo de avaliação bastante complexo e, que a todo o momento, exige de cada um deles, esforços para minimizar os erros e os riscos do voo dentro de parâmetros e procedimentos pré-estabelecidos.

A literatura na área de fisiologia do esforço e do trabalho traz inúmeras evidências científicas de que um melhor condicionamento físico possibilita maior suporte às atividades da vida cotidiana, incluindo a laboral. Segundo Palma e Paulich (1999), o condicionamento físico ajuda os pilotos a suportar o desgaste próprio da atividade aviatória, tais como as cargas acelerativas, chamadas +G ou -G.

Na verdade altas cargas “G” ocorrem em tempos muito breves, mas repetidamente, dependendo do tipo de voo. Não há, portanto, justificativa plausível para se diminuir a importância da aptidão aeróbica. Pelo contrário ela dará ao piloto maior nível de tolerância orgânica geral para vencer esse tipo de estresse.

Justificando tal conceito vários pesquisadores afirmam que o aumento da aptidão aeróbica pode favorecer o processo de recuperação da fadiga, devido à melhora da irrigação sanguínea e melhores condições fisiológicas gerais, tais como melhoria do sistema de tamponamento sanguíneo diminuindo a acidez circulante, reduzindo as dores musculares e os fenômenos da fadiga, favorecendo uma recuperação mais rápida após esforços físicos (PALMA; PAULICH, 1999).

A atividade física, principalmente a atividade aeróbica, pode diminuir o efeito dos agentes estressores produzindo efeito analgésico sobre a dor e o desconforto corporal e minimizar os efeitos das pressões psicológicas através da produção de endorfinas. A prescrição de exercícios deve ser feita para amenizar a influência da pressão laboral sobre o profissional (GONZALEZ, 2001; ANTUNES, *et al.*, 2006).

Na aviação militar, a busca de segurança caminha paradoxalmente ao perigo, próprio e decorrente da finalidade da ação. Isso dá novo significado aos estudos da área de recursos humanos que deve caminhar para selecionar, acompanhar e treinar o aviador melhorando sua capacidade de enfrentamento, superação e ajustamento. O piloto de aeronave é levado aos seus limites e treinado para estendê-los ainda mais, isso requer, sem dúvida, um potencial de reserva orgânica bastante apurada para suportar o nível de exigência (NEDER; PEREIRA, 2005).

A partir do desenvolvimento dos aviões de combate de alta performance, que alcançam grandes forças “G”, o piloto é mais exigido quanto a esse fator. Com isso o papel do condicionamento físico passou a merecer maior atenção e provavelmente o fator limitante para sustentar altas cargas +G seja a baixa resistência anaeróbica (GUIMARÃES, 2006).

Concorda-se com o argumento da preparação física muscular para que as manobras de esforço voluntário (MEV) sejam realizadas, no entanto o próprio autor afirma que para suportar o desgaste provocado por vôos com altas forças de aceleração é necessário um ótimo condicionamento metabólico e cardiocirculatório. Isso é conseguido graças ao bom treinamento aeróbico, portanto desenvolvendo aptidão aeróbica.

O treinamento aeróbico tem a propriedade de diminuir o tempo de recuperação dos músculos envolvidos nas manobras anti-G, melhora a condição orgânica geral e o sistema cardiovascular do piloto, o que lhe confere melhor resposta de sustentação ao desgaste sofrido durante o vôo (GUIMARÃES, 2006; RIBAS, 2003; PALMA; PAULICH, 1999 e MOREIRA, 1997).

Um bom nível de Aptidão física-profissional (AFP) poderá melhorar a resposta ao estresse e aos desequilíbrios psicofisiológicos gerados pelo vôo, minimizando seus efeitos através de boa capacitação orgânica geral.

Por outro lado, as atividades mentais do trabalho envolvendo percepção, identificação, tomada de decisão, memória de curto e longo prazo, planejamento do programa de ação, geram desgaste psicofisiológico, mesmo que o trabalho não se aplique fundamentalmente em atividade motora intensa, sendo porem o desgaste energético consideravelmente alto. Esse quadro exemplifica as atividades laborais do aviador (WISNER, 1987).

O posto de trabalho de um aviador militar é espacialmente exíguo e possui um conjunto de fatores físicos, mecânicos, químicos, biológicos que incidem de maneira constante em cada tarefa de trabalho ou missão.

A atuação de um aviador requer atenção, concentração, percepção, acuidade visual e auditiva, tomada de decisões rápidas, memória de longo e curto prazo, coordenação motora global, coordenação motora fina, excelente capacidade orgânica geral para suportar as diferenças de temperatura e de pressão do “cockpit” ou *nacele* da aeronave, condições orgânicas para suportar a hipóxia, o ruído, a vibração, força para manejo dos alguns dispositivos internos, além das variantes externas (WISNER, 1994).

Sem dúvida, é uma atividade altamente exigente e complexa, que requer uma excelente formação e uma excelente aptidão e um conjunto de habilidades e competências raramente vislumbrado em outro tipo de atividade laborativa.

DEJOURS (1994), quando fala, por exemplo, da aviação de caça, ressalta algumas características marcantes desses profissionais. Afirma terem uma "verdadeira necessidade para manter um moral feito de orgulho, de insolência e de agressividade". Para o autor talvez

essas sejam as características necessárias para exercerem tal atividade, ou seja, viver o risco como componente do trabalho, o que pode gerar constante estresse.

Atualmente a maior parte das doenças estudadas dentro da medicina do trabalho está relacionada intimamente com as reações de estresse. Desgaste no ambiente e nas relações de trabalho são fatores importantes no desenvolvimento das doenças. “Manter a vida, enquanto se luta para ganhar a vida, nem sempre é fácil” (LIMONGI FRANÇA; RODRIGUES, 1996, p. 29).

Vive-se numa época de intensa competitividade e de aceleração das atividades, especialmente as atividades laborais. Pesquisas têm sido realizadas versando sobre a natureza e os mecanismos de estresse ocupacional, bem como as conseqüências destes para a saúde e o desempenho do profissional (PASCHOAL; TAMAYO, 2004).

Em termos ergonômicos, o estresse ocupacional está fundamentada em três aspectos: (1) estímulos estressores: o estresse ocupacional diz respeito aos estímulos ambientais do trabalho que exigem do profissional, respostas adaptativas que podem exceder a habilidade de enfrentamento, são os estressores organizacionais; (2) as respostas aos eventos estressores: o estresse ocupacional ligado às respostas psicofisiológicas e comportamentais emitidas pelos profissionais ao serem expostos a tarefas laborais que excedem às suas capacidades de enfrentamento; (3) estímulos estressores-respostas: estresse ocupacional ligado ao processo de demandas do trabalho que têm impacto nos trabalhadores (PASCHOAL; TAMAYO, 2004, p. 45-46).

Assim, as pesquisas na área tanto podem se concentrar nos estressores organizacionais, quanto nas respostas dos profissionais a tais estressores, ou nas diversas variáveis do processo estressor-resposta⁵.

Entretanto é interessante destacar que os estudos enfocando estressores organizacionais, mesmo contribuindo para identificar demandas organizacionais geradoras de estresse, têm também limitações que incidem no fato de os eventos considerados estressores em determinado contexto podem não se constituir como um fenômeno estressor para todos os indivíduos indistintamente. Isso só é possível quando, e se, o profissional avaliar tais eventos como estressores, implicando dizer que o domínio cognitivo ocupa papel central nesse processo (PASCHOAL; TAMAYO, 2004).

Cadetes-aviadores do 4º ano do CFOAv da Academia da Força Aérea responderam em 1999 a um questionário sobre os sintomas de estresses vivenciados em três tipos de voo (solo,

⁵ Cf. glossário

por instrumentos e em formatura) alguns relataram não terem qualquer sensação de estresse ou desconforto. Para estes, tais requisições nos diferentes vôos eram tidas como “estimulantes”, sem esquecer que estimulante, também é estressora, mas não se apresenta como ameaça à integridade do indivíduo (KUBE, 1999).

Muitos desses estressores, atuantes sobre a saúde são oriundos do tempo que se passa no posto de trabalho com suas variáveis e complexidades. Sem contar a questão organizacional e o caráter artificial do posto de trabalho, este, muitas vezes deficiente em termos de concepção ergonômica, deixando de atender às necessidades do aviador e a exigência das tarefas a ele outorgadas.

Também na indústria aeronáutica erros de concepção ergonômica, tais como posicionamento inadequado de instrumentos, podem imprimir uma considerável sobrecarga física e mental ao piloto, influenciando o processo decisório, podendo facilitar a ocorrência de acidentes. Essas observações pertencem também à AET, bem como à Intervenção Ergonômica e ainda à Macroergonomia, que busca o equilíbrio sociotécnico entre pessoas, tecnologias e organização (VIDAL, 2002).

2.3 INFLUÊNCIA DA ABORDAGEM ERGONÔMICA NA PESQUISA AEROESPACIAL

Ergonomia é o “conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto, segurança e eficácia” (WISNER, 1987, p. 12).

A Ergonomia se baseia essencialmente em conhecimentos no campo das ciências do homem (Antropologia, Cineantropometria, Fisiologia, Psicologia e Sociologia). Ela constitui uma parte importante, mas não exclusiva, para a melhoria das condições de trabalho (WISNER, 1987, p. 12).

Para Vidal (2002) ergonomia é uma atitude profissional agregada à prática de um profissional. Tal estrutura é oriunda de definição da Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), que com base num debate mundial estabeleceu o seguinte conceito: “A Ergonomia objetiva modificar os sistemas de trabalho para adequar as atividades nele existentes às características, habilidades e limitações das pessoas, com vistas ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro” ABERGO (2000 *apud* VIDAL, 2002).

Tal conceito estabelece finalidades, quando se propõe a modificar os sistemas de trabalho ao sugerir adequar a atividade às características, habilidades e limitações das pessoas e, finalmente, critérios, que tratam da eficiência, do conforto e da segurança (VIDAL, 2002).

As pesquisas ergonômicas que envolvem as atividades da aviação e mais especificamente no que versa sobre o aviador militar, o seu trabalho, e a estrutura organizacional na qual está inserido, são bastante recentes e relativamente escassas.

Algumas questões são alvos especiais na AET e, mais especificamente a ação ergonômica, aplicada à aviação, tais como a somatização do estresse pelo trabalhador através de absorção da alta demanda psicofísica, com ênfase na demanda energética, além do risco.

Dentro da AET, encontra-se a ação ergonômica que se ocupa de analisar as tarefas, na forma da observação, da descrição escrita e do relato verbal da atividade do trabalhador. Também de forma mais objetiva investiga custo fisiológico do trabalho através do gasto energético, da resposta fisiológica objetiva ao estresse, correlacionando-o à distribuição de tarefas no tempo laboral disponível (tempo-atividade).

A pesquisa da observação, descrição e da entrevista com trabalhador visa compreender a imagem operatória que o trabalhador tem das tarefas, os incidentes críticos e a interferência entre diversas atividades que ocorrem simultaneamente no posto de trabalho (WISNER, 1987).

As intervenções do modelo de ação ergonômica de Wisner (1987) auxiliarão a obtenção de informações sobre o nível de Aptidão físico-profissional (AFP) do cadete-aviador, nesse caso específico, podendo sugerir o quanto de capacidade de enfrentamento tem esse profissional para determinadas missões, considerando que a AFP pode ser traduzida na condição física necessária para suportar rotineiramente as demandas físicas de uma ocupação profissional, sem perder a eficiência no desempenho e sem prejuízo da saúde e qualidade de vida.

Nem sempre é possível, para o pesquisador, acompanhar diretamente e em tempo real, o que acontece no posto de trabalho do aviador. Uma análise sobre as condições de voo, a forma de gerenciamento dos dados, as variáveis incidentes sobre as mais diversas circunstâncias devem levar em consideração, desde a leitura dos dados sobre a aeronave, o estado geral do piloto, os processos decisórios e as respostas fisiológicas às demandas do voo, além das demandas fisiológicas e energéticas de sua rotina laboral.

Trata-se de um modelo de pesquisa bastante exigente, por apresentar maior dificuldade de acesso aos fenômenos no momento em que estão ocorrendo. Assim obter dados da ordem fisiológica durante a atividade de voo fornece importantes informações sobre as requisições

do posto de trabalho e as condições físicas do aviador, no entanto, durante o voo militar, a presença do pesquisador pode trazer um viés de conduta do pesquisado, por inúmeras razões organizacionais, tais como levar uma pessoa “não tripulante” a bordo de aeronave de treinamento ou combate, além da questão de exequibilidade espacial do posto de trabalho.

As pesquisas devem, portanto, evitar as transgressões das condições laborais normais desses trabalhadores. Isso é válido tanto para o voo, considerando também o uso de equipamento que não interfira em movimentos e posturas do trabalhador, como em terra, na observação, sem interferências, das atividades que compõem a rotina laboral dos pesquisados (WISNER, 1994).

Itani (1998) refere-se sobre a impossibilidade do pesquisador estar presente na ação laboral de algumas categorias de trabalhadores, de forma especial, os que atuam nos meios de transporte. O pesquisador deve ter o cuidado de não ser mais um fator estressor além dos que já estão normalmente presentes na ação diária dos sujeitos pesquisados.

Estudos ergonômicos têm mostrado a necessidade e o interesse, de forma especial, no critério energético, pois sabe-se que esta informação contribui para definir condições de trabalho. Sua relevância está na determinação do nível relativo de uma atividade laboral, na distribuição das cargas laborais em função da capacidade de cada indivíduo e na aplicação de pausas quando a jornada de trabalho está além de determinada intensidade (MOREIRA, 2005).

Novas propostas apareceram no cenário científico para possibilitar uma abordagem mais objetiva visando uma análise criteriosa das condições de trabalho, considerando, no caso do aviador, as tarefas de nacele com suas inúmeras variáveis, em conjunto com o conhecimento dos riscos, e das atividades que são realizadas em terra e que demandam um gasto energético e um custo humano de trabalho (DEJOURS, 1994).

Com o desenvolvimento de pesquisas que apresentam métodos de coleta de dados diretamente a partir do piloto, tais como a pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC), pode-se ter uma visão mais nítida e fidedigna das verdadeiras condições orgânicas do trabalhador durante as suas ações.

Existem abordagens muito sofisticadas que empregam sensores que os trabalhadores “vestem”, ou seja, estão aplicados em suas vestimentas de trabalho e coletam continuamente dados importantes, como a umidade da pele, a temperatura e registros eletromiográficos, segundo estudos de Picard (1995).

Estudos desse tipo podem, no futuro, informar sobre as tomadas de decisão tendo como base a habilidade psicomotora de espaço-tempo que o piloto possui, a coordenação

óculo-manual conjugada à coordenação motora de precisão, o conhecimento e gerenciamento das informações intervenientes e dos riscos de todo o processo, além das variáveis fisiológicas que refletem condições, por exemplo, de fadiga, que podem interferir em suas decisões.

Na aviação, o uso das habilidades acima expostas compõe um custo fisiológico, que pode ser quantificado através de alguns indicadores, como a resposta cardíaca e demanda energética imposta pela tarefa e seus variados componentes estressores. Também o nível de sudorese, em resposta ao aumento da temperatura.

A avaliação do estresse ocupacional pode fundamentar-se em relatos fornecidos através de questionários e observações, e podem ainda se beneficiar das coletas de dados fisiológicos, tais como a frequência cardíaca (FC), que é uma ótima medida de carga de trabalho, juntamente com a estimativa de gasto energético (GE) (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Para Anjos e Ferreira (2000), a carga fisiológica de trabalho expressa a intensidade de trabalho a que o indivíduo está submetido e que tem importância para o conhecimento da saúde do trabalhador. Geralmente ela é avaliada através das respostas fisiológicas referentes à frequência cardíaca (FC) e ao gasto energético (GE), durante a atividade laboral.

Essa abordagem aperfeiçoa o conjunto de conhecimentos levantados em relação às tradicionais coletas pós-vôo, através de questionamentos e históricos de relatos, que têm seu valor científico, principalmente na AET, mas a eles pode se acrescentar informações e conhecimentos, como a carga fisiológica de trabalho, conferindo maior confiabilidade a todo processo.

Numa pesquisa na Academia da Força Aérea, com pilotos do 4º ano do Curso de Formação de Oficiais aviadores (CFOAv) em aeronave T-27 “tucano” em 2005, comparou-se os dados obtidos em 1999 com os coletados desta feita, com base na AET objetivando comparar as informações sobre os tipos de estressores e o nível perceptivo de fadiga e a localização dessa fadiga (KUBE, 2006; KUBE, 2000; KUBE, 1999).

Da mesma forma os dados levantados em 1999 e 2005 apontaram ser a coluna vertebral o foco de maior desconforto, principalmente após o vôo, além de uma sensação de fadiga, com maior incidência após o vôo em formatura e o vôo por instrumentos. O questionário foi composto de 36 questões e foram respondidas por 41 cadetes-aviadores, aleatoriamente selecionados na turma do CFOAv-AFA (KUBE, 2006).

Não se pode ignorar que o esforço físico e o estresse a que são submetidos esses aviadores mereça uma análise mais apurada para vislumbrar, talvez, a possibilidade de se planejar e implantar um programa de gerenciamento da aptidão física individual,

principalmente a condição aeróbica, procurando estabelecer um marco de excelência para as necessidades da atividade na aviação (KUBE, 2006).

Esse programa se aplica mais a uma vertente da ergonomia chamada de intervenção ergonômica. É irrelevante preparar um diagnóstico da situação laboral e este diagnóstico não criar mudanças positivas. Portanto a intervenção ergonômica é uma tecnologia que na prática objetiva minimizar o sofrimento dos que ali trabalham (VIDAL, 2002, p.11).

Tem-se com exemplo estudos de Mc Cormick (1980) que afirma ser a postura inclinada do corpo para trás e recostada no assento, aquela que traz alívio na condição lordótica da coluna cervical. Um piloto sentado com uma inclinação posterior do corpo em cerca de 13° suporta por 60 minutos um carga de 3+G , estando a aeronave em movimento ascendente vertical, 4,5 +G por 6 minutos e 5 +G por 4 minutos. Essa provavelmente seja a posição de descanso do assento do F-16, embora a aeronave realize uma série de manobras em vários eixos e em cada eixo haverá uma força acelerativa diferenciada.

Entre os cadetes-aviadores pesquisados no presente trabalho, sabe-se que o nível força “G” fica por volta de 3 a 5 “+G”, ou seja, a soma de três, quatro ou cinco vezes ao valor de peso corporal sofridos freqüentemente, mas em tempos diminutos e repetidos, podem causar micro traumas com seqüelas cumulativas pronunciando-se através de fadiga localizada, fadiga geral crônica, desconforto da postura sentada ou deitada e dores localizadas, entre outras somatizações, que merecem uma pesquisa mais apurada.

Os trabalhos em ergonomia têm dupla visão, ou seja, uma visão científica que busca o conhecimento, as causas e os efeitos, e uma visão prática, ou aplicada, que sugere modificações e melhorias, principalmente no nível organizacional. De qualquer forma a visão prática estará sempre amparada pela científica.

Um programa de gerenciamento da aptidão física do piloto poderá ser elemento de continuidade de trabalho, partindo da AET e chegando à Intervenção Ergonômica. Isso tudo traduz um processo evolutivo da ergonomia, sempre com ampliação e aprofundamento de conhecimentos e aplicabilidade no processo laboral.

2.4 ASPECTOS RELEVANTES EM FISIOLOGIA AEROESPACIAL

Sabe-se que o ato de pilotar uma aeronave nem sempre é uma tarefa fácil e muito menos de extremo conforto físico. Pelo contrário, é bem conhecida a questão da pressão

sofrida pelo corpo quando do incremento ou detrimento do fator de aceleração corporal, ou fator de carga “G”, nos mais diversos tipos de manobras rotineiras. Tudo sem contar o estresse emocional, intelectual, mental do piloto que deve estar com todos os seus sentidos em alerta e prontidão para o êxito da tarefa.

Na fadiga corporal de pilotos de aeronaves de asas rotativas, por exemplo, o estresse corporal recai predominantemente sobre o aparelho circulatório e a coluna vertebral (CONSORTE Jr., 1989).

Quando pilotos sofrem estresse físico há um aumento na secreção de epinefrina e norepinefrina. Se o trabalho físico for moderado ocorre uma menor secreção de catecolaminas, em contraste com um trabalho mais vigoroso (RIBAS, 2003). Para o autor, no estresse predominantemente mental há secreção aumentada de epinefrina e cortisol, na proporção das exigências da tarefa desenvolvida. O Cortisol é conhecido como o hormônio do estresse.

Existe também a questão da presença de forças acelerativas (+G e -G), sendo que vários experimentos realizados, principalmente nos anos 50, nos Estados Unidos da América, através dos quais se determinou que o máximo aceitável e suportável em relação à força “+G” seriam 20 “+G”. Tais forças, mesmo que apenas por alguns segundos podem causar sérias fraturas ou mesmo esmagamento de vértebras, caso o piloto ou astronauta não esteja sentado na posição correta (GUYTON; HALL, 1996 e NICOGOSSIAN; PARKER, 1982).

Pelas já consagradas leis da física um corpo tende a se manter em repouso ou movimento, ou seja, no estado em que se encontra originalmente até que uma força modifique o seu estado. As forças inerciais produzem resistência ao movimento de um corpo e as forças aceleradoras são aquelas que alteram o estado de repouso desse corpo. As acelerações fazem um corpo no espaço variar a direção, a velocidade ou ambas simultaneamente (RASCH; BURKE, 1977).

Considerando-se a questão do ponto de vista de uma aeronave, através da aerodinâmica ou engenharia aeronáutica, as forças aceleradoras são fundamentais, mas para a medicina aeroespacial as forças inerciais assumem importante papel em relação ao corpo humano.

Fala-se na aviação de três tipos de forças aceleradoras que agem sobre a aeronave: (a) a aceleração linear retilínea, quando só a velocidade sofre variação, (b) a aceleração linear radial, quando se modifica a direção, e (c) a aceleração angular, quando aparecem as mudanças tanto na direção quanto na velocidade.

As forças aceleradoras sobre a aeronave provocam forças de inércia sobre o corpo humano, sendo ambas as grandezas vetoriais opostas, representadas por vetores superpostos de igual valor e sentido oposto, conforme mostra a Figura 2.4.1

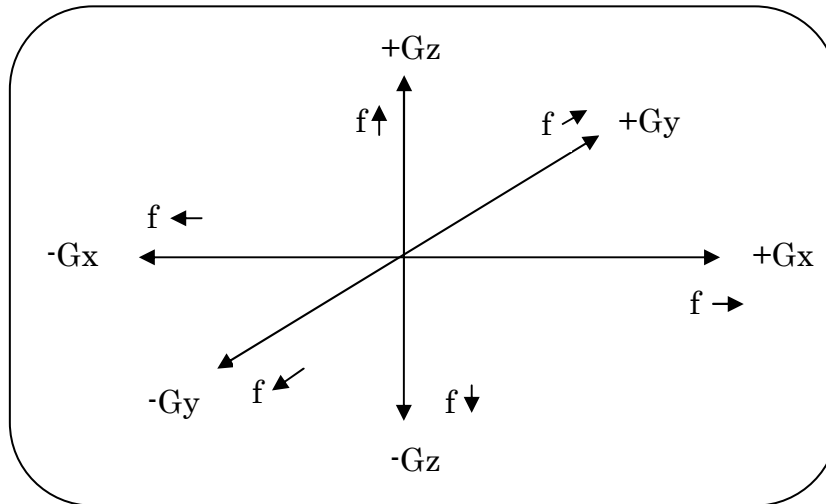


FIGURA 2.4.1 - Vetores de forças aceleradoras (f) e inerciais ($G_{x,y,z}$) Mc Cormick, 1980

Sentado numa aeronave e ao puxar o manche para si a aceleração será pé-cabeça (assento-cabeça), são geradas aqui duas forças de inércia, a da aeronave e a do piloto.

A força de inércia incidente sobre o corpo do piloto e advinda desta aceleração tende a armazenar uma boa parte do volume sangüíneo na metade inferior do corpo do piloto. Assim há menos sangue em seu cérebro e, se a manobra alongar-se por um tempo um pouco maior do que o normal, essas forças tendem a “apagar” o piloto, ou seja, escurecendo-lhe a visão e provocando o chamado “black-out”. Esse fenômeno é o efeito fisiológico da aceleração, e tais efeitos fisiológicos se manifestam devido à força inercial atuar no sentido oposto ao da aceleração.

Os vôos espaciais demonstraram a necessidade de se determinar os pontos de ação das forças acelerativas sobre o organismo humano, como segue o Quadro 2.4.1.

A segunda coluna - sentido da força de aceleração - é a nomenclatura de uso internacional. A denominada força “G” é baseada no sentido da força de inércia.

Na prática ocorrem as seguintes situações, segundo Temporal (1983):

1. Aceleração + Gz (G positiva) o corpo é acelerado no sentido da cabeça (puxar o manche para si). A força de inércia atua no sentido oposto, ou seja, para os pés e o corpo é

forçado de encontro ao assento. Exemplo: recuperação abrupta de um mergulho ou num “looping”.

2. Aceleração - Gz (G negativo) acontece quando a força acelerativa atua sobre o corpo no sentido dos pés. A força de inércia é no sentido da cabeça e o piloto é levantado do assento. Exemplo: no “looping” invertido.

3. Aceleração + Gx (G transverso para frente) que acontece quando a força aceleradora age através do corpo perpendicularmente ao eixo longitudinal, no sentido costas-peito e a inércia age no sentido peito-costas, sendo o piloto é empurrado para trás, contra o assento. Exemplo: na decolagem.

4. Aceleração - Gx (G transverso para trás) que acontece quando a força acelerativa age através do corpo perpendicular ao eixo longitudinal no sentido peito-costas. A inércia age no sentido costas-peito e o piloto é empurrado para frente, saindo do assento. Exemplo: desacelerações bruscas em aterragens freadas ou sem trem de pouso.

5. Aceleração + ou - Gy (G lateral direito ou esquerdo) que acontece quando as forças aceleradoras agem através do corpo no sentido perpendicular ao eixo longitudinal, na direção lateral, jogando o corpo do piloto de um lado para o outro. Exemplo: curvas derrapadas e manobras de combate aéreo.

Movimento linear	Sentido força de aceleração	Sentido força de inércia	Denominação da força de inércia
<i>Para cima</i>	<i>Para cabeça +Gz</i>	<i>Para os pés</i>	<i>G+ globo ocular para baixo</i>
<i>Para baixo</i>	<i>Para os pés - Gz</i>	<i>Para cabeça</i>	<i>G- globo ocular para cima</i>
<i>Para frente</i>	<i>Para frente + Gx</i>	<i>Para trás</i>	<i>G transverso para frente, G peito - costas, globo ocular para dentro</i>
<i>Para trás</i>	<i>Para trás - Gx</i>	<i>Para frente</i>	<i>G transverso para trás, G costas-peito, globo ocular para fora</i>
<i>Para direita</i>	<i>Lateral direita + Gy</i>	<i>Para esquerda</i>	<i>G lateral para esquerda, globo ocular para esquerda</i>
<i>Para esquerda</i>	<i>Lateral esquerda -Gy</i>	<i>Para direita</i>	<i>G lateral direita, globo ocular para à direita</i>

QUADRO 2.4.1- Sistemas de nomenclatura para expressar força “G” (Temporal, 1983)

A unidade de medida adotada para medir o valor das forças aceleradoras e inerciais é o valor da força de aceleração da gravidade, ou seja, $9,81 \text{ m/seg}^2$. A Isto se denomina 1”G”.

Quando se “puxa” 3 “+G_z” no início da subida do “looping” na verdade o corpo recebe um incremento de três vezes o seu peso. Então um piloto de 70 quilos ao “puxar” 3 “+G_z” recebe uma força inercial de aproximadamente 210 quilos contra o assento.

Considera-se não apenas a questão do desvio de sangue para baixo ou para cima, mas outros fatores que incidem sobre outras tantas estruturas anatomo-fisiológicas do piloto em voo. Destaca-se a pressão sobre a coluna vertebral e todos os tecidos circundantes.

Qualquer fator que aumente a tensão nervosa ou muscular afeta a tolerância ao G positivo. Assim utilizam-se vestimentas anti-G e algumas manobras corporais de flexão do corpo para frente ou empurrar o corpo para trás em aviões cuja vestimenta anti-G não seja necessária. Tais manobras servem para colocar o coração e os olhos quase na mesma linha, diminuindo os problemas de “black-out” (TEMPORAL, 1983).

Quanto à distribuição de fluxo sanguíneo e oxigenação do organismo, o traje anti-G além de atuar redistribuindo o fluxo sanguíneo através do organismo, na dependência da manobra adotada pela aeronave, evita um represamento sanguíneo na periferia do corpo, através de uma contrapressão, que irriga partes vitais como o coração e o cérebro (HELFENSTEIN, 1998).

O traje assegura ainda ao piloto, em caso de descompressão acidental ou em combate, caso isso ocorra de doze a quinze mil metros, uma proteção contra a instalação da hipóxia, através da ativação do regulador de demanda. Isso permitirá que o piloto, estando consciente, leve sua aeronave a uma altitude mais segura (TEMPORAL, 1983).

Na aviação a questão da oxigenação do organismo é de extrema importância. A pressão atmosférica ao nível do mar é de 760 mm Hg e o ar é composto de 21% de oxigênio e 78% de nitrogênio, mais os traços de alguns outros gases. Respirando nessa composição e sob essa pressão o nível de oxigenação para os pulmões é de 98%, considerando que todo sangue flui pelos pulmões, preenchendo as necessidades orgânicas nessa situação.

A 5600 metros a pressão atmosférica cairá para 380 mmHg e isso trará maior dificuldade para oxigenar o sangue, e o indivíduo estará num estágio crítico de oxigenação. Daqui para frente o piloto, para não atingir o chamado “vácuo fisiológico”, que acontece devido a um aumento da altitude, deve receber oxigênio injetado sob pressão (TEMPORAL, 1983).

Existem agravantes quando a hipóxia começa a se instalar, uma delas é a confusão mental. Porém o que se conhece é o valor de uma melhor preparação física do indivíduo para aumentar suas chances de sobreviver a essa condição adversa, de forma especial a boa condição aeróbica e de aptidão física geral.

Várias condições que causam má oxigenação, ou estado de hipóxia, são muito comuns na aviação, destacam-se os transtornos atmosféricos relacionados a altitude do voo que podem determinar uma queda da pressão parcial de oxigênio no ar que se inspira. Tal situação diminui as boas condições de resposta cognitiva e motora frente às requisições próprias do voo, causando confusão mental, que se, não resolvidas emergencialmente, poderão causar um acidente aéreo (TEMPORAL, 1983; HELFENSTEIN, 1998).

Limitações respiratórias devem ser levadas em consideração, pois estão ligadas a obstruções, bronquites e uso de fumo. No que compreende a circulação sanguínea, as doenças cardíacas e vasculares influenciam o fluxo sanguíneo, na maior parte das vezes dificultando a oxigenação orgânica e, principalmente, a oxigenação cerebral.

Baixa oxigenação orgânica pode advir de problemas hemorrágicos, anemias e intoxicações por monóxido de carbono, que causam bloqueio da ligação do oxigênio à hemoglobina, a proteína presente nas hemácias, células sanguíneas importantes para distribuir o oxigênio aos tecidos do organismo.

Essas dificuldades podem ser minimizadas se o aviador tiver um bom programa de atividade física que o condicione para o trabalho. Poucas profissões são tão exigentes, pela própria natureza, com a necessidade de um bom condicionamento físico quanto às atividades do aviador (TEMPORAL, 1983; HELFENSTEIN, 1998).

Outras condições limitantes para o aviador são os disbarismos, ou seja, os efeitos de expansão dos gases quando o corpo sofre descompressão barométrica, podendo comprometer os intestinos com distensão gasosa, provocando cólicas intestinais e compressão do diafragma, dificultando a respiração. Demais desconfortos que podem ser lembrados aqui, são as aerodontalgias, aerotite, aerosinusite e aeroembolismo, esse último bastante importante.

O aeroembolismo tem implicações mais problemáticas, pois caso a descompressão aconteça bruscamente haverá a formação de bolhas de gás, que se difundem pelo organismo, podendo se alojar em inúmeros locais, mas de forma mais grave podem causar embolia pulmonar, situação que coloca em risco a vida do aviador.

A intensidade do aeroembolismo depende de alguns fatores. Os mais relevantes são a obesidade como fator agravante, pois os obesos possuem maior proporção de nitrogênio em reserva nas células gordurosas, e o excesso de ruídos e vibrações, bastante comum, principalmente na aviação militar, por aumentar a cinética molecular dos gases facilitando a liberação e difusão destes através do organismo.

Quanto melhores forem as condições cardiocirculatória e respiratória do aviador, menor será a possibilidade de formação de bolhas nos tecidos, pois tais condições facilitam a

eliminação mais rápida e efetiva. Fica patente a necessidade de uma excelente aptidão física, de modo bastante especial, a aptidão física aeróbica, para melhor desempenho profissional do aviador (TEMPORAL, 1983).

Algumas condições clínicas podem ilustrar a complexidade da atividade do aviador e os cuidados que ele próprio deve ter com a preparação de sua melhor condição, além da responsabilidade da instituição, pois esta deve informar, estimular o treinamento e propiciar oportunidades para que o aviador possa melhorar suas condições psicofisiológicas.

Temporal (1983) enfatiza que as condições clínicas que acometem a saúde dos aviadores podem se arrastar por toda a sua vida profissional, caso não haja uma tomada de posição em favor de melhores condições psicofisiológicas. Entre as condições clínicas citadas estão incluídas as formas artrálgicas (Bends), constituindo 65% dos casos nos quais o aviador sente dores articulares intensas e progressivas, principalmente nos ombros, cotovelos e joelhos. Devido às referidas algias, o aviador pode assumir posições corporais viciosas, que com o tempo farão aparecer manifestações neurológicas associadas a essas posturas.

As formas nervosas artrálgicas, correspondem a 13% dos casos, nos quais as bolhas gasosas causam cefaléias, neuralgias, formigamentos, confusão mental e irritabilidade, além de dificuldades do sistema de equilíbrio corporal.

A mais grave ocorrência clínica de aeroembolismo é a forma pulmonar, que ocorre em 5% dos casos e causam sufocação, falta de ar, opressão torácica e tosse que pode evoluir para uma falência completa das funções pulmonares, por edema e hemorragia do tecido pulmonar.

O aeroembolismo cede com recompressão e a hipóxia com o fornecimento de oxigênio. Na aeronavegação, a hipóxia é mais grave, pois compromete o comportamento e a consciência, o que não acontece no aeroembolismo.

Ruídos e vibrações em aviação geram inconveniências que afetam o sistema auditivo, interferindo na capacidade do limiar absoluto auditivo. Isso tem implicações negativas sobre a comunicação oral, sobre a capacidade de descanso, sono e relaxamento, além do perigo da perda total da audição, que pode ser progressiva e muitas vezes imperceptível ao próprio indivíduo (TEMPORAL, 1983; HELFENSTEIN, 1998).

Existem também os efeitos não auditivos que podem afetar o sistema proprioceptivo, que compreende o complexo vestibulo-auditivo do ouvido, interferindo no equilíbrio e na orientação espacial, chegando a afetar o sistema nervoso central.

De acordo com Temporal (1983) pode aparecer uma dor auditiva que se percebe além dos 130 decibéis, isso provavelmente pode indicar um dano anatômico, produzindo desorientação, fadiga, cefaléias, vômito e irritabilidade.

Os fatores de risco de danos auditivos começam se evidenciar próximo aos 85 decibéis para os chamados sons puros e aos 95 decibéis para os sons de faixa larga. Esses sons se localizam num espectro de frequência entre 300 e 4800 Hertz (Hz), sendo que os ruídos de faixa estreita, chamados de sons puros, como por exemplo, uma sirene, são considerados mais perigosos que os de faixa larga, como por exemplo, um motor à reação.

As vibrações são mais incômodas e lesivas ao organismo do que propriamente os ruídos, uma vez que as vibrações comunicam-se com o indivíduo através do meio sólido. As vibrações de uma aeronave são transmitidas ao piloto por contato direto com a estrutura do avião. Essas vibrações provocam ondas de movimentos ondulatórios nos tecidos corporais, podendo ser tais ondas de compressão e rarefação, ondas de movimento lateral ou de superfície.

Vibrações muito intensas perturbam a funcionalidade celular, influenciando a resposta orgânica geral, produzindo variações de pressão, de temperatura e de efeitos cavitários. Elas podem ser consideradas toleráveis, mas podem provocar a fadiga, distrações, diminuição da capacidade de trabalho, além de causar reações de medo. Vibrações extremas afetam o corpo produzindo dor no peito, diminuição da acuidade visual, com possíveis danos a órgãos internos (TEMPORAL, 1983 e NICOGOSSIAN; PARKER, 1982).

Não há dúvida de que a proximidade permanente com o alto risco, dentro de uma aeronave e em determinados tipos de pilotagem, faz existir uma "interdição" de falhas, sejam elas materiais (técnicas), físicas ou psíquicas que acabam fazendo aflorar uma ansiedade, que segundo o autor, só tem equivalente na dimensão fora do comum dos riscos que acompanham uma missão aérea (DEJOURS, 1994).

Helfenstein (1998) afirma que os pilotos são treinados para decisões rápidas, objetivas e coerentes, no entanto não recebem ao longo de sua carreira um treinamento em gerenciamento de recursos humanos. Isso gera conflitos constantes e uma crescente soma de fatores estressores. Somam-se a isso os problemas familiares, conflitos de interesses e desorganização de carga de trabalho, têm-se um trabalhador altamente pressionado e que tem ainda a pressão para não errar.

Daí para os acidentes é um pequeno passo que na verdade se inicia de uma somatória de erros, uma vez que um acidente é um processo, segundo teoria na área de segurança de voo, chamada de “buracos de queijo” ou Teoria de Reason⁶, pois a redundância dos sistemas

⁶ Cf. Glossário

impede que o avião e aeronave “entrem” no próximo “buraco” (CORREA; CARDOSO JR., 2007).

Portanto não está ligado a tarefa exatamente que se desempenha naquele momento, mas a erros que remontam ao aspecto pessoal, social, afetivo e organizacional-profissional, além de ocorrências de ordem mecânica, eletrônica e estrutural da própria aeronave (DEJOURS, 1994).

Helfenstein (1998) chama atenção para os problemas de saúde que não podem ser deixados de lado, principalmente na aviação civil, quando o piloto omite seu real estado de saúde. O estresse é uma constante na atividade laboral do piloto e não somente na questão psicofisiológica, mas também nas relações organizacionais com seus superiores, as missões e atividades que devem ser cumpridas.

Reportando-se aos conhecidos questionários de estresse certamente os pilotos devem fazer pontos relacionados a estar adoentado, ter mudanças de trabalho, mudança de responsabilidades de trabalho, mudança dos hábitos pessoais, discussão com superiores, mudanças nas condições de trabalho e horário, mudança de residência, mudanças das atividades sociais, dos horários de sono, da alimentação.

Utilizando-se dessa pontuação pode se chegar, segundo Helfenstein (1998) a 79% de probabilidade de desenvolver doenças ou sofrer um acidente grave.

Existem fatores ligados ao comportamento humano que podem alterar as condições psicofísicas do trabalhador e aumentar as possibilidades de ocorrência de acidentes aeronáuticos. Entre tantas, pode-se destacar a fadiga, o estado de saúde, características de personalidade, estado emocional e condições ambientais adversas ao trabalho, o uso de álcool, hipóxia, perda ou déficit de atenção, insegurança e prepotência, tédio, pânico e uso de drogas.

Já se falou sobre o sofrimento oriundo do trabalho segundo Wisner (1987), assim da junção desses fatores acima expostos advém a sobrecarga que traz o sofrimento e acaba por se exacerbar numa dessas vertentes desequilibrando as demais de alguma forma.

Para Wisner (1987) as tarefas de carga cognitiva predominam em situações nas quais ela é estritamente organizada e exige-se rapidez de ritmo e resposta ou então, em situações complexas quando numerosas tarefas interagem-se, situações essas bastante comuns na aeronavegação.

Pode-se considerar, por exemplo, as dificuldades na área perceptiva, que geram ansiedade e incerteza de compreensão; como exemplo a linguagem utilizada o tráfego aéreo, comunicação entre pilotos e controladores de voo, além da não compreensão da situação real comparada com a situação mostrada pelos instrumentos. Caso haja alguma interferência na

transmissão, vibrações em painéis ou instrumentos incertos, isso pode gerar uma grande ansiedade e, quiçá, um possível acidente.

Deve-se considerar um possível estressor para o aviador, talvez, potencialmente, um causador de acidentes. Esse elemento é o tédio que pode acometer o piloto, principalmente em vôos de longa duração, estimulado possivelmente pelo excesso de informatização e automação das cabines de comando da aeronave, ou “cockpit”, que deixam o piloto apenas como gerenciador de sistemas computacionais, onde pela própria condição de redundância dos sistemas de controle da aeronave, deixam o piloto entregue a quase nenhuma ação.

Moreira (2005) em pesquisa com aviadores de linhas comerciais encontrou dados interessantes sobre a frequência cardíaca nas diversas fases componentes de um vôo e destaca os minutos anteriores à aterrissagem da aeronave, quando começam os preparativos para colocar a aeronave no solo.

Nesse momento a frequência cardíaca dos pilotos ainda estava baixa, pois estavam saindo de vôo automático em velocidade de cruzeiro, um estado um pouco letárgico que deveria ser substituído imediatamente para um estágio ativo e de grande tensão e atenção ao preparar a aeronave para aterrissar.

Como se trata de uma fase crítica na aviação, junto com a fase de decolagem a situação de prontidão psicofisiológica para qualquer tipo de intervenção fora dos padrões deveria estimular a frequência cardíaca dos pilotos a uma resposta frente a um estímulo realmente estressor de colocar uma aeronave no solo em segurança.

Depara-se com o ápice da tarefa cognitiva e psicofisiológica, pois exige tomada de decisões, requisitando ótima condição física do piloto para responder prontamente à demanda da fase do vôo. Excesso de estresse, fadiga, falta de sono e tédio, principalmente em viagens de longa duração, podem, segundo Helfenstein (1998) desorganizar o gerenciamento da cabine de controle da aeronave, com alto risco para segurança do vôo.

Processos de análise das condições fisiológicas e das respostas dos pilotos às demandas em terra e no vôo são de importância capital quando se fala de segurança e confiabilidade. A falha humana é imprevisível e a abordagem, através dos conhecimentos da fisiologia pode contribuir com informações que possam influenciar na compreensão de alguns dos fatores que afetam tal imprevisibilidade a fim de maximizar o nível de confiabilidade do complexo sistema homem-máquina-tarefa.

A preocupação final está centrada na Aptidão físico-profissional do aviador que a cada dia será mais requisitado, tendo em vista as novas tecnologias embarcadas nas aeronaves e as novas doutrinas de emprego da arma aérea no cenário do poder aeroespacial.

As estratégias e doutrinas de emprego da arma aérea têm sido alvo de revisões e estudos, pois a dinâmica da realidade geopolítica de um mundo globalizado deve fundamentar as decisões sobre as questões de defesa, política estratégia e relações internacionais.

Com a evolução tecnológica a organização do trabalho se faz a partir de atividades que não se limitam à área mental e física. Hoje qualquer atividade laboral, ou pelo menos boa parte delas, se caracteriza pelo intenso e complexo componente cognitivo e de gerenciamento de dados, que gera uma resposta de enfrentamento ao estresse produzido.

As atividades de apoio no solo além de terem valor técnico real e concreto acabam desempenhando um papel fundamental em termos psíquicos para o equilíbrio e a estabilidade da personalidade e da atuação do piloto. Fato concreto é acompanhar as investigações de acidentes, quando e onde aparecem problemas na manutenção da aeronave, nas especificações técnicas dos aparelhos, que muitas vezes sofrem pequenas modificações sem prévio treino e interação da tripulação, sendo este último um grave fator de risco (DEJOURS, 1994).

O poder aeroespacial começa no homem. Não é possível pensar tecnologia sem que ela esteja verdadeiramente voltada para o benefício do homem, evitando torná-lo seu refém.

O acidente ocorrido em 2009 com uma aeronave Airbus A380 da empresa Air France, saindo Brasil para chegar a Paris, suscitou várias especulações de especialistas sobre a alta redundância do sistema que ignora o homem e sua condição psicofisiológica.

Mesmo que um sistema seja altamente redundante e automatizado, deve haver espaço para o homem bem preparado no “pé e mão”, como diz Menezes (2008). A preocupação com os limites humanos e a tecnologia que o cerca, precisam fazer parte da indústria aeronáutica, bem como se deve pensar num ser humano muito bem preparado física, cognitiva e emocionalmente para discernir diante das alternativas que lhe são apresentadas e decidir sempre em favor da vida.

Segundo Martins; Soares e Falcão (2009) as aeronaves modernas podem rapidamente sobrecarregar de informações o piloto, e esse foi o motivo de alguns acidentes, pois os pilotos não foram capazes de trabalhar com a complexidade da situação na qual uma grande variedade de informações era fornecida simultaneamente, isso ficou patente no acidente com Airbus da TAM, quando tentou pousar no Aeroporto de Congonhas, em 2007 e não conseguindo, atravessou a avenida, chocando-se com um prédio, incendiando-se. Não houve sobreviventes.

A mente humana pode ser comparada a um sistema biológico computadorizado que adquiriu uma programação cognitiva complexa, pois é permeada de elementos emocionais acumuladas em conjunto ao longo de toda a sua experiência de aprendizagem, isso dá ao

homem uma capacidade de processar informações de maneira mais qualitativa. O computador, por outro lado, possui grande capacidade de processar informações de forma rápida e precisa, sem qualificá-la (MARTINS; SOARES; FALCÃO, 2009).

Isso afeta a tomada de decisões quando ela tem que acontecer em concorrência com sistema cibernético embarcado nas aeronaves, sendo que muitas vezes os pilotos, principalmente de aeronaves comerciais, não sabem quais são as operações que os computadores já estão realizando, tal a complexidade do sistema de redundância para evitar o “erro humano”. Esse próprio sistema acaba induzindo ao erro (MARTINS; SOARES; FALCÃO, 2009).

A tecnologia e “engenheirança”, segundo Menezes (2008) podem vender aviões considerados mais modernos, mas os aviadores devem ser tão, ou melhor, preparados física, cognitiva e emocionalmente para atuar nessas aeronaves, menos como gerenciadores de sistemas, e mais como aviadores, com habilidades de “pé e mão”, ou seja, devem ter e saber usar a oportunidade de realmente pilotar a aeronave e para isso devem estar aptos profissionalmente, não só de maneira técnica, mas na forma psicofisiológica e a proposta da Aptidão Físico-profissional é concreta para avaliar e categorizar as verdadeiras condições físicas do aviador. Pois em última instância será ele mesmo quem deverá agir em favor da segurança e navegabilidade da aeronave.

2.5 A IMPORTÂNCIA DA FADIGA NA AVIAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM APTIDÃO FÍSICA AERÓBICA

A fadiga é uma condição restritiva para a continuidade de trabalho e embora a fisiologia apresente variadas hipóteses para explicá-la, ainda não existe um conhecimento consolidado, uma vez que a fadiga parece sofrer interferências, basicamente, de duas frentes, uma física e outra mental, ou psicológica (ASTRAND *et al.*, 2006).

Na fadiga o organismo perde eficiência, mas essa perda não pode ser definida como exclusivamente física ou então, mental. Portanto sugere-se, a princípio, duas visões diferentes, a título de definição. Uma é a fadiga muscular, que acaba redundando na fadiga periférica, a outra é a fadiga geral, também conhecida como fadiga central (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Para Mota, Cruz e Pimenta (2005) e Astrand, *et al.* (2006) o conceito de fadiga está ainda imaturo. Após quase um século de pesquisas algumas hipóteses vão sendo propostas e ao que tudo indica algumas fases do processo de fadiga ainda não foram completamente explicadas, todavia, tudo indica que o processo metabólico é desencadeado desde o início da atividade, embora seus sintomas apareçam progressivamente ao longo da atividade.

Limongi França e Rodrigues (1999) entendem a fadiga como um estado físico e mental, resultante de um esforço prolongado ou repetido, repercutindo sobre vários sistemas do organismo e provocando múltiplas alterações de funções. Invariavelmente essas alterações levam a uma diminuição do desempenho laboral de forma qualitativa e quantitativa. Em seu ápice contribuí para o absenteísmo no trabalho e vários distúrbios psicológicos, que afetam a vida pessoal, familiar e social.

Astrand, *et al.* (2006) sugerem que a fadiga pode ser definida como um estado de perturbação na homeostasia, podendo tal perturbação ser atribuída ao tipo e intensidade do trabalho e do ambiente no qual é realizado. Com isso são produzidos sintomas subjetivos e objetivos. Sintomas subjetivos vão desde uma leve sensação de cansaço até sensação de exaustão.

Hipóteses na área da fisiologia do esforço e da psicofisiologia tentam aliar a sintomatologia subjetiva aos aspectos fisiológicos objetivos ou mensuráveis, tais como acúmulo de lactato e amônia no sangue e outros aspectos bioquímicos mais complexos.

Sensações subjetivas de fadiga, como sensação de cansaço e fraqueza geral podem ocorrer após o final de um dia de trabalho, de oito horas, com carga média de 30 a 40, até 50 % além da potência aeróbia máxima do indivíduo (ASTRAND, *et al.*, 2006). Isso faz aparecer sinais objetivos como dores musculares, tonturas, dor de cabeça, devido à tensão emocional, ansiedade, aumento da frequência cardíaca e respiratória, além da pressão arterial alterada e alterações digestivas.

Provavelmente tais alterações orgânicas sintomáticas podem dificultar a tomada de decisões, pois a capacidade de concentração, provavelmente estará comprometida, juntamente com a evocação da memória. Não há dúvida que a atuação do aviator, diante desse quadro, poderá comprometer o desempenho das funções básicas de seu trabalho, o que leva a aumentar a probabilidade de erros e acidentes aéreos.

O conhecimento das respostas psicofisiológicas tem relevante importância na aviação, se considerado o alto percentual de participação humana, nas ocorrências acidentais em aeronáutica, chegando a cerca de 90% delas, no período de 1989 a 1999 (RIBAS, 2003).

São revisados alguns aspectos metabólicos relevantes que redundam na instalação da fadiga, considerando os mecanismos conhecidos de fadiga periférica, algumas hipóteses sobre a fadiga central e as implicações do processo de fadiga no trabalho do aviador e conseqüente segurança de voo.

O objetivo básico dessa breve revisão de literatura está em mostrar o provável encadeamento desses fenômenos, sendo primariamente energéticos seguidos dos fenômenos neuroendócrinos e neuroimunológicos, que acabam compondo um quadro geral de sintomas clássicos, que externamente se denomina de fadiga. Baseado nesses fatos discute-se as implicações dessas manifestações nas atividades do aviador e o papel profilático da boa aptidão física aeróbica como retardador do processo de fadiga.

2.5.1 Mecanismos fisiológicos do processo de fadiga periférica

Na fadiga periférica a complexidade se estabelece através do tipo de contração muscular, da frequência, da intensidade e duração do exercício, além do tipo de fibras do grupo muscular.

Existem basicamente três tipos de fibras musculares, que apresentam, devido a suas características bioquímicas e neurais, diferentes velocidades de contração. As fibras do tipo I, são fibras lentas com baixa capacidade glicolítica em contraste com alta capacidade oxidativa, recebem grande fluxo sanguíneo e são providas de grandes quantidades de mitocôndrias, se encarregando, portanto, do trabalho aeróbico prolongado.

O tipo IIa são fibras que trabalham de forma predominantemente anaeróbica, mas que possuem uma certa capacidade oxidativa e, embora especializadas em rápidas explosões e repostas muito velozes possuem uma boa resistência à fadiga. São fibras intermediárias nos processos metabólicos energéticos. Em contrapartida, o Tipo IIb, são fibras rápidas, com alta capacidade glicolítica, mas baixa aptidão oxidativa, não necessitam de muito aporte sanguíneo e servem para atividades rápidas, intensas e intermitentes no ritmo motriz. (WILMORE; COSTILL, 2001).

No exercício prolongado a intensidade do trabalho tem muita importância, uma vez que a medida quantitativa da condição aeróbica é o nível do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), um indicador da aptidão de captação de oxigênio pelo organismo.

O tempo de duração e a intensidade da atividade determinam a ativação dos sistemas bioenergéticos. No exercício intenso e prolongado a fadiga se apresenta predominantemente através da hipoglicemia, pela escassez de glicose e o conseqüente e paulatino decréscimo do nível de oxidação de carboidratos e de lipídios, com destaque para a relação existente entre a depleção do glicogênio estocado, tanto no músculo, quanto no fígado e a resistência ao exercício (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Durante qualquer atividade física uma parte da energia requisitada para o movimento acaba desviada para a produção de metabólitos, como o lactato, aumento do fosfato inorgânico (Pi) pela quebra do trifosfato de adenosina (ATP), formação de difosfato de adenosina (ADP) e monofosfato de Adenosina (AMP), liberação de íons de hidrogênio (H^+) e conseqüente queda do pH sanguíneo. O acúmulo desses metabólitos acaba gerando um menor rendimento muscular no exercício.

O trifosfato de adenosina (ATP) é uma molécula fosfatada de alta energia que através de hidrólise libera uma grande quantidade de energia, sendo a principal fonte de fluxo energético do organismo. Precisa ser mantida em alta concentração, pois uma vez utilizada como fonte energética, deve ser reposta na mesma proporção para que a sua concentração não sofra desequilíbrio desfavorável e desencadeie processos de queda de rendimento (HOUSTON, 2001).

Há uma hipótese de depleção de glicogênio comumente aceita para explicar a fadiga periférica. Através de processos nutricionais que envolvem a síntese e armazenamento de ATP, sendo tal molécula um reservatório potencial de energia para processos biológicos, como a contração muscular, síntese de moléculas e transporte de substâncias cruzando as membranas celulares.

Na contração muscular a quebra de uma molécula de ATP resulta na formação de uma molécula de ADP (difosfato de adenosina), e a liberação de fosfato inorgânico, além de uma quantidade de energia de 7,6 kcal/mol de ATP (WILMORE; COSTILL, 2001).

Grande parte da formação de ATP acontece através de processos aeróbicos, mas também é formado em processos anaeróbicos, porém em menor quantidade. Há uma proporção de restituição de ATP, na qual duas moléculas de ADP são necessárias para restituir uma de ATP e uma de AMP (monofosfato de adenosina). Com a intensidade e principalmente a duração da atividade muscular essa proporção de refosforilação de ADP para ATP sofre um decréscimo fazendo com que o ADP e o AMP comecem a se concentrar no tecido muscular.

No exercício moderado o ciclo adenina nucleotídeo, induz a deaminação do AMP para IMP (monofosfato de inosina) e o músculo produz grande quantidade de amônia. Isso acontece segundo Rossi e Tirapengui (1999), não só nos músculos ativos, mas também no tecido cerebral e até em outros órgãos. A amônia produzida está associada tanto à fadiga periférica, quanto à fadiga central, sendo apenas, mais um dos componentes desse complexo processo.

A depleção de glicogênio na atividade muscular intensa e prolongada induz a formação de IMP (monofosfato de inosina), um sinalizador de estresse metabólico, em conjunto com o acúmulo de lactato e a diminuição de fosfocreatina, com aumento da enzima creatino quinase no sangue, um marcador de dano e exaustão muscular, denotando fadiga intensa.

O lactato acumulado durante um exercício intenso e prolongado é considerado um dos mais populares marcadores bioquímicos da fadiga. Pela intensidade e duração do exercício há um desequilíbrio no processo de remoção do lactato, o que o faz acumular-se, uma vez que é produzido continuamente no organismo, sendo, porém a remoção deste, mais eficiente num organismo em condições de repouso.

Quando o organismo não possui mais condições de manter-se na via oxidativa, devido ao déficit de oxigênio e a falência dos mecanismos oxidativos, que inclui carboidratos e lipídeos, desvia-se da produção de piruvato em direção à produção de lactato, que atinge alta concentração no tecido muscular e se difunde por todo organismo (HOUSTON, 2001).

Tal fato diminui o pH (aumento da quantidade de íons Hidrogênio nos tecidos e fluídos corporais) das células musculares provocando acidez no meio extra celular, que afeta a produção de energia e contração muscular. O pH inferior a 6,9 inibe a ação da fosfofrutoquinase (PFK), uma enzima chave no processo glicolítico, diminuindo a velocidade da glicólise e conseqüentemente da produção de ATP, reduzindo, portanto, a produção de energia para o movimento.

A alta concentração de íons hidrogênio (H^+) afeta o fluxo de cálcio (Ca^{+2}) na fibra, interferindo no acoplamento das pontes cruzadas actina/miosina, presentes no músculo, o que reduz progressivamente a quantidade de fibras musculares capazes de se contrair (WILMORE; COSTILL, 2001).

Deixando o meio intramuscular, pesquisas sugerem que certas condições podem resultar em fadiga devido a uma incapacidade de ativação das fibras musculares, ou seja, o impulso nervoso. Transmitido através da junção neuromuscular, ele é responsável pela ativação da membrana, fazendo com que o retículo sarcoplasmático libere o cálcio que se liga

à troponina, que se acopla aos filamentos de actina e miosina. Isso provoca um deslizamento de miosina sobre a actina provocando um encurtamento ou alongamento das fibras musculares, produzindo movimento. Falhas no mecanismo de transmissão do impulso nervoso comprometem a produção do movimento. A fadiga pode acontecer na junção neuromuscular o que impede a transmissão do impulso nervoso para a membrana sarcoplasmática (WILMORE; COSTILL, 2001).

Wilmore e Costill (2001) elencam uma série de possíveis falhas, entre elas, redução da liberação ou da síntese de acetilcolina, o neurotransmissor que proporciona a passagem de impulso dos neurônios motores para a membrana muscular. Aqui pode estar o ponto de transição entre a fadiga periférica e a fadiga central.

A hiperatividade de colinesterase, enzima que degrada a acetilcolina, pode impedir uma concentração suficiente do neurotransmissor capaz de desencadear o potencial de ação que transmite o impulso adiante. Também a hipoatividade dessa enzima acaba permitindo um excesso de acetilcolina na junção, paralisando a fibra muscular. Para Astrand, *et al.* (2006), esse fenômeno é considerado próprio da fadiga muscular, no entanto alguns pesquisadores o classificam como próprios da fadiga central (ASCENSÃO, *et al.*, 2003).

Para Rossi e Tirapegui (1999) o processo de contração muscular e a fadiga ainda exigem mais pesquisas, pois se trata de um processo de interação fisiológica bastante complexa. O que se percebe é a grande complexidade do assunto, a escassez de pesquisas que comprovem hipóteses da área e talvez um problema na concepção do conceito de fadiga. Dessa forma algumas áreas, ainda pouco reconhecidas na comunidade científica, propõem hipóteses que correlacionem fatores fisiológicos e fatores psíquicos, como é o caso da psicofisiologia.

2.5.2 Hipóteses sobre os mecanismos fisiológicos do processo de fadiga central

Um exercício moderado a intenso produz uma sobrecarga, prioritariamente, em três sistemas orgânicos: (a) Sistema Bioquímico – via metabólica, com depleção de glicogênio que posteriormente afeta a utilização dos aminoácidos, (b) Sistema Neuronal – via neuromuscular, provoca decréscimo da função neuromuscular, (c) Sistema Endócrino – via adrenal, que libera, por exemplo, o cortisol, também chamado de hormônio do estresse. Isso acontece

quando o exercício físico se prolonga ou também em outras condições nas quais a reserva de carboidratos está diminuída no organismo (HOUSTON, 2001).

O sistema neural atuante nos mecanismos de fadiga periférica já é bastante conhecido e se baseia na disfunção do processo de contração, como impedimentos na transmissão neuronal no retículo sarcoplasmático, ligados à oferta energética de glicose e trifosfato de adenosina (ATP), além da disponibilidade de liberação de cálcio no sistema. Isso pode explicar a queda de rendimento.

Por outro lado algumas hipóteses defendem que um rendimento comprometido não está exclusivamente ligado a uma diminuição da concentração de glicose sanguínea, glicogênio hepático e muscular e sim a um mecanismo central que acaba limitando o rendimento e estabelecendo o ponto de exaustão (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Investigações nos últimos 30 anos focaram suas atenções sobre o metabolismo dos carboidratos e das gorduras durante o exercício, deixando de lado o papel das proteínas. No entanto, estudos mais recentes voltaram-se para a verificação da interferência das proteínas, que parecem contribuir significativamente no rendimento do exercício ou estresse prolongado (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

A hipótese da fadiga central destaca o papel dos aminoácidos como precursores de alguns neurotransmissores cerebrais, supondo que sob condições de exercício ou atividade intensa e prolongada tais neurotransmissores atuem nos sistemas monoaminérgicos desenvolvendo algumas das fases do processo de fadiga. Todavia pouco se sabe realmente sobre esse processo. Existem estudos e hipóteses ainda sem comprovação confiável (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

As aminas biogênicas são compostos funcionais responsáveis pela regulação do metabolismo. Formam-se a partir de um processo chamado descarboxilação de amino-ácidos aromáticos, tais como a fenilalanina, tirosina e triptofano, esse último, precursor do neurotransmissor serotonina, que desperta interesse na pesquisa da fadiga central. Embora não seja o único envolvido na percepção e desenvolvimento da fadiga, ele interfere diretamente sobre os aspectos comportamentais, como a formação da memória, os processos de sono e das alterações do humor (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Derivadas da tirosina estão as catecolaminas, como a dopamina, noradrenalina e adrenalina, sendo a dopamina o primeiro neurotransmissor a ser relacionado à fadiga central. Ela está diretamente relacionada à função motora e foi amplamente utilizada por esportistas para melhorar desempenho atlético. Também foi utilizada como anorético para a supressão do apetite.

O cortisol parece contribuir no processo de desenvolvimento da fadiga central, através de sua influência na diminuição da síntese protéica aumentando a degradação das proteínas. Dessa forma aumenta-se a oferta de aminoácidos para o processo de gliconeogênese, ou seja, o processo de produção de glicogênio a partir de outras fontes que não a glicose. Um provável desequilíbrio de produção/utilização de aminoácidos pode desandar a produção e liberação de neurotransmissores cerebrais. Isso fomenta a questão da origem da fadiga central com notável prejuízo de rendimento (ROSSI; TIRAPEGUI, 1999).

Bara Filho, *et al.*(2002) em experimento com grupos de nadadores competitivos de alto desempenho, relacionou um tratamento experimental de relaxamento progressivo com a diminuição do nível de cortisol sanguíneo desses atletas. Concluíram que parece haver uma grande relação psicofisiológica entre estresse, fadiga e nível de exigência física e psicológica.

Um estressor, ou seja, o agente causador do estresse pode por insistência de sua participação no processo, levar à fadiga. Isso resulta em hiperfuncionamento do sistema nervoso simpático e do sistema neuroendócrino, em especial a glândula supra-renal, acelerando o organismo e secretando entre outros o cortisol, o hormônio do estresse. Para equilibrar esse desgaste o hipotálamo e o sistema nervoso parassimpático, numa reação pró-homeostase, trabalham num processo inverso para auxiliar na adaptação orgânica.

Uma grande liberação de cortisol pode estar refletindo situações em que o sujeito está perdendo o controle, entrando em fase de distresse (estresse excessivo e negativo) e posterior ou concomitante depressão (BARA FILHO, *et al.*, 2002).

Bara Filho, *et al.* (2002) demonstraram que uma redução de níveis de cortisol se consegue com um programa de relaxamento progressivo, que promove maior autocontrole, suposta previsibilidade de ação e provável envolvimento prazeroso e motivador com a tarefa desenvolvida.

Essas constatações são de grande importância para o trabalho com aviadores, entre os quais se apresentam o estresse, a fadiga e vários agravantes em médio e longo prazo, caso não sejam tratados. O benefício de um programa de relaxamento pode interferir na redução das possibilidades de perda de controle psicofisiológico e diminuir o desenvolvimento de síndromes crônicas, como a síndrome metabólica, além de afetar positivamente as condições de segurança de voo e qualidade de vida do trabalhador.

Outro protagonista provável no desenvolvimento do processo de fadiga central aparece em recentes estudos. Segundo Prestes, *et al.* (2006), o comando neural central pode sofrer interferência da Interleucina-6, que é uma citocina; ou seja, um grupo de proteínas bioquimicamente ativas com funções endócrinas e metabólicas.

A interleucina-6 é conhecida por ser uma molécula de sinalização associada ao controle e coordenação de respostas imunes, sendo secretada primeiramente pelos macrófagos e linfócitos (tipos de glóbulos brancos) sempre em resposta a uma lesão ou a uma infecção (PRESTES, *et al.*, 2006).

Nos últimos anos pesquisas revelaram que a interleucina-6 está relacionada ao exercício e por isso recebeu também a denominação de miocina, por ser produzida e liberada no músculo em resposta ao exercício físico, embora exerça seus efeitos também em outros órgãos do corpo.

De acordo com Prestes, *et al.* (2006) esta citocina exerce importante papel na manutenção da homeostasia da glicose durante o exercício prolongado, para aperfeiçoar a resposta metabólica muscular no exercício. No entanto a Interleucina-6 aumenta exponencialmente com o aumento da duração e da intensidade do exercício, sofrendo influências da quantidade de massa muscular que está sendo recrutada na atividade, da quantidade de glicogênio estocada e aptidão aeróbica do indivíduo.

A queda na concentração de glicogênio muscular pode ser um fator crítico que dispara a resposta da interleucina-6 no exercício e sinalizar a transição do fenômeno energético para o fenômeno neuroendócrino e neuroimunológico, que compõe parte da hipótese sugerida neste artigo.

A interleucina-6 acaba interferindo no metabolismo dos neurotransmissores, estimulando o sistema neuroendócrino na direção da fadiga, por aumento, em especial, de produção de serotonina.

A serotonina, ou 5-Hidroxitriptamina (5-HT) é um neurotransmissor derivado do aminoácido triptofano, produzido em menor escala no núcleo da Rafe no tronco cerebral, e cerca de 90% nas células enterocromafins do trato gastrointestinal.

Esse neurotransmissor é responsável pela regulação do humor, do sono, da atividade sexual, do apetite, do ritmo circadiano, das funções neuroendócrinas, da temperatura corporal, da sensibilidade à dor, da atividade motora e das funções cognitivas. Seu provável envolvimento nos processos de fadiga central, durante exercícios prolongados, está diretamente relacionado à diminuição de sua disponibilidade no Sistema Nervoso Central, em especial com o aparecimento do cansaço e do sono, conseqüentemente comprometendo o nível de concentração e atenção (ROSSI; TERAPEGUI, 1999).

Boa disponibilidade retarda o aparecimento de sintomas como a diminuição da concentração mental e da atenção, o cansaço e o sono. Em resumo aponta para o fato de que a

serotonina em quantidades adequadas é ótima reguladora de processos importantes para a convivência do ser humano com o ambiente (ROSSI; TERAPEGUI, 1999).

A psiconeuroimunologia (PNI)⁷, um campo multidisciplinar emergente formula a hipótese do Efeito Gatilho (trigger effect) na qual, mensageiros químicos cerebrais, que afetam diretamente o sistema imunológico, podem ser ativados por emoções, tais como a ansiedade, a raiva, depressão e estresse. Tais emoções influenciam o sistema nervoso autônomo, responsável pela vida vegetativa, controlando a frequência cardíaca, a pressão arterial, a frequência respiratória, entre outras respostas fisiológicas (RIBAS, 2003).

Respostas bioquímicas envolvem a liberação de catecolaminas, cortisol e opiáceos orgânicos, como a beta endorfina e a encefalina, liberados durante o estresse. Essas substâncias afetam o sistema imunológico produzindo imunossupressão aguda. Quando a quantidade e qualidade de estresse são mantidas por longo tempo, a imunossupressão torna-se crônica com inúmeros transtornos de ordem psicofisiológica (RIBAS, 2003).

O estresse mental agudo e intenso afeta também processos ligados à trombogênese, ou seja, há uma redução da atividade do ativador do plasminogênio tecidual, com aumento do tempo de lise (quebra) dos coágulos, expondo o organismo a riscos de trombose e embolia, pelo aumento da ativação plaquetária, aumento de viscosidade sanguínea e diminuição do volume plasmático circulante (LOURES, *et al.*, 2002).

2.5.3 Implicações do processo de fadiga para o avião e segurança de vôo.

Como principais atributos críticos da fadiga aparecem: cansaço, exaustão, desgaste, alteração da capacidade funcional e falta de recursos/energia (MOTA; CRUZ; PIMENTA 2005).

As manifestações de fadiga têm sido associadas a um declínio de força muscular produzido durante e após o exercício máximo e submáximo, com incapacidade de manter a intensidade da atividade ao longo do tempo, bem como ao decréscimo da velocidade de contração muscular e um tempo maior para que a musculatura relaxe, tanto por influência de fatores energéticos, quanto de fatores de transmissão neural (ASCENSÃO, *et al.*, 2003).

⁷ Cf. Glossário

As principais conseqüências são: letargia, sonolência, diminuição da motivação, atenção e concentração, mal-estar, todos eles problemáticos para o avião e a segurança de vôo (MOTA; CRUZ; PIMENTA, 2005).

Parece inevitável que os aviadores sejam submetidos a variadas e adversas condições de trabalho que, normalmente provocam desgaste na saúde, comprometendo sua qualidade de vida, bem como as condições de segurança do vôo.

Pilotos são submetidos a provas de exaustão que servem para diagnosticar a capacidade física de reserva, objetivando delimitar os níveis de respostas destes em situação de emergência. Os cadetes-aviadores da AFA devem passar por esses testes de exaustão e resposta fisiológica em condições de emergência no estágio de avaliação fisiológica em aviação.

Para alguns pilotos, um estado de excitação e, até certa exaustão, parecem ser positivos, segundo Cereser (1985), mas para a maioria deles a fadiga faz cair o nível de prontidão psicomotora, expondo o avião à maior possibilidade de acidentes.

Para Cereser (1985) a questão da exaustão deve ser analisada cuidadosamente para não ser considerada apenas como um fenômeno predominantemente subjetivo separada da dependência com a situação funcional do sistema neuro-vegetativo e da motivação.

O fenômeno da fadiga passa a ser um importante aspecto da segurança de vôo que foi exposta de forma objetiva, segundo Kanashiro:

O que pode fazer com que um piloto capacitado, com excelente formação, demonstrando estar nas melhores condições psicofisiológicas cometa um erro de julgamento ou tome uma decisão inadequada e ocasione um acidente? A fadiga pode ser uma das respostas (KANASHIRO, 2005 *apud* CUNHA, 2007, p. 35).

A fadiga do avião em vôo está presente, juntamente com os sinais e sintomas derivados dela em 35% dos acidentes aeronáuticos. “É uma condição subjetiva, de difícil identificação, que avança insidiosa e perigosamente sobre as tripulações, sendo seu estudo fundamental para a medicina aeroespacial” (KANASHIRO, 2005 *apud* CUNHA, 2007, p. 35).

Não há dúvida que para enfrentar tais situações o organismo deve estar bem condicionado, principalmente aerobicamente, com base na fisiologia que foi discutida até o momento, para responder com mínimo dano possível ao sistema, seja ele agudo ou crônico.

Palma e Paulich (1999) estudaram o papel da aptidão física aeróbica nas respostas ao desgaste geral entre pilotos da caça da Força Aérea Brasileira. Esses pilotos são requisitados de forma relevante em seu potencial de raciocínio e de interação antropológica⁸, ou seja, a interação entre homem-máquina-tarefa em suas manobras e deslocamentos, sendo que o estresse gerado na atividade aérea pode acarretar um desgaste geral do piloto.

Numa aeronave de caça existem vários fatores que estimulam o estresse e a fadiga, tais como a grande velocidade de vôo, o reduzido espaço da cabine do piloto, imobilização na cadeira através de cintos, capacetes justos, máscaras que causam grande incômodo na face, as diversificadas manobras e forças acelerativas alternadas constantemente pelas manobras da aeronave, sem contar as vibrações e ruídos, grandes variações de temperatura e radiações atmosféricas que estimulam o desenvolvimento da fadiga (PALMA; PAULICH, 1999).

Palma (1998) afirma que, de forma geral, as condições de trabalho do aviador, militar ou civil, devem ser analisadas através das propriedades biológicas, físicas e químicas que geralmente intervêm no ambiente de trabalho e no organismo do aeronauta. Sem contar o trabalho em variados turnos que afetam o ritmo circadiano do piloto, desregulando funções orgânicas importantes, tais como o sono, a alimentação, a ansiedade, avaliadas em pesquisas como a de Tvaryanas e Thompson (2006), que consideraram também o trabalho das equipes de manutenção de aeronaves que seguem os turnos de vôo.

Tvaryanas e Thompson (2006) recomendam em seu estudo, o desenvolvimento de programa de gerenciamento para promoção de cuidados com o sono, enfrentamento de estresse e de fadiga, através de diferentes modos, seja no trabalho ou em sua casa, para minimizar a instalação da fadiga.

De acordo com o relatório do Departamento Intersindical de Estudo e Pesquisa de Saúde e dos Ambientes de Trabalho (DISAET), realizado com aeronautas em 1995, o ruído, por exemplo, chega a ser prejudicial não só para a audição, mas também atua desencadeando reações fisiológicas que compreendem a taquicardia, elevação da pressão arterial, cefaléia, ansiedade, insônia e irritabilidade, que acabam desenvolvendo um fenômeno denominado “fadiga de vôo”, segundo relatório do DISAET (1995 *apud*, PALMA, 1998, p. 43).

O sistema cardiovascular é prontamente ativado nas respostas às situações estressoras e responde com aumento da frequência cardíaca, aumento da contratilidade, do débito cardíaco e pressão arterial (WILMORE; COSTILL, 2001).

⁸ Cf. Glossário

Para esse enfrentamento o organismo humano desenvolveu um sistema complexo de ativação e resposta que é comandado, prioritariamente, pelo sistema nervoso central, que atribui ao eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e o sistema nervoso autônomo, a tarefa de manter a homeostasia, seja quando o organismo está em repouso, ou diante de situações de estresse. Tal sistema cuida de funções vitais como a respiração, o ritmo cardíaco e o metabolismo intermediário (LOURES, *et al.*, 2002; BRANDÃO, 2001).

Não obstante, deve se considerar também as condições de organização do trabalho que engloba sua divisão social, a hierarquia, a distribuição de tarefas, índices de produtividade, entre outros, que influenciam sobremaneira as condições de enfrentamento do aeronauta à demanda de estresse, seja ele militar ou civil.

Na sobrecarga física e emocional o indivíduo tem seus processos fisiológicos comprometidos, que se manifestam organicamente de variadas formas. Moraes (2001) propõe que sejam realizados regularmente exames hematológicos e bioquímicos em aviadores, pois podem ser obtidas algumas respostas prévias do estado fisiológico desse trabalhador, com o objetivo de prevenir o desenvolvimento de doenças crônicas e evitar uma condição laboral insegura, o que, para a aviação tem enorme impacto socioeconômico.

Tal proposta parece pertinente ao se considerar os diversos marcadores bioquímicos aqui já citados, como por exemplo, o cortisol e o lactato, e os marcadores hematológicos, como a tipificação e quantidade dos leucócitos, das hemácias e plaquetas. Fatores neuroimunológicos podem ser detectados através desses exames e tratamentos podem ser desenvolvidos para melhorar as condições o aviador (MORAES, 2001).

Ribas (2003) em seu estudo sobre o fenômeno da fadiga central na pilotagem de helicópteros, considerando a condição da aptidão aeróbica dos pilotos focou os conhecimentos desenvolvidos pela psicofisiologia e, com base nesses conhecimentos afirma que para realizar uma tarefa importante o aviador é submetido a uma intensa carga psíquica que envolve riscos e conseqüências. As manifestações abarcam desde as respostas fisiológicas como também respostas cognitivas, psicomotoras e emocionais.

Dessa forma relaciona-se o retardamento da fadiga central com o melhor nível de aptidão física dos pilotos de helicópteros, sobretudo da aptidão aeróbica que parece estimular respostas diferenciadas na determinação e empenho contra agentes estressores para realizar as tarefas (RIBAS, 2003).

Estudos como o de Hawkins, *et al.* (1992 *apud* RIBAS, 2003) que envolveram indivíduos durante 10 semanas de treinamento aeróbico, concluíram que os indivíduos melhor

condicionados aerobicamente obtinham também superior desempenho cognitivo nas tarefas complexas, aquelas que exigiam atenção e concentração.

Deve-se considerar, no entanto, que a desmotivação pode afetar o nível do desempenho. Estudos provam a influência da mente no aumento da força, por meio da supressão de estímulos inibitórios da contração muscular. Há comprovações de que, sob hipnose, indivíduos conseguem um aumento de até 30% na força máxima e também contribui para a motivação, por meio de sugestão mental positiva (TUBINO; MOREIRA, 2003).

Algumas hipóteses tentam explicar a influência do condicionamento físico aeróbico sobre os processos cognitivos.

Levine (2008) demonstra, segundo pesquisa com atletas, que a diminuição do ritmo do exercício e a conseqüente parada total, podem ser fatores resultantes do declínio da captação de oxigênio, esta se deve, provavelmente, às severas alterações metabólicas que ocorrem nos músculos em atividade, limitando o transporte de oxigênio e interferindo nas transmissões das vias neuronais aferentes produzindo a cessação do movimento como resposta ao comando neurológico central.

Essas limitações do desempenho físico podem ser naturais do exercício extenuante e da resposta econômica para poupar a integridade relacional do organismo, pois sem oxigênio o cérebro deixa de controlar as atividades físicas e, principalmente, as intelectuais (LEVINE, 2008).

Dados coletados por Palma e Paulich (1999) demonstram que o desgaste laboral do piloto de caça parece ser minimizado, por influência positiva da aptidão aeróbica, apresentando menor desconforto geral. Também afirmam que uma boa condição aeróbica auxilia nas respostas pós-esforço, sendo a recuperação mais rápida, além de uma proteção contra outros problemas de ordem circulatória, às quais estão sujeitos esses profissionais, tais como hipertensão arterial e acidentes vasculares cerebrais e coronarianos.

Falar sobre fadiga periférica e fadiga central envolve considerações e observações à luz da psicofisiologia. Embora não goze, ainda, de boa aceitação no meio científico, pelo menos por enquanto, é uma área que vem tentando contribuir com conhecimentos associados de forma interdisciplinar, para dar informações sobre a interdependência dos fatores cognitivos, emocionais e fisiológicos, diante das mais diversas circunstâncias vivenciais.

Pesquisas na área da psicofisiologia demonstram estreita relação entre os níveis de estresse físico e mental com alterações nas respostas fisiológicas, como a frequência cardíaca e respiratória, taxas séricas de cortisol, adrenalina, noradrenalina e concentração de lactato

sanguíneo durante as atividades físicas e laborais, segundo (Bara Filho, 1999 e Toledo, 2000 *apud* RIBAS, 2003).

O estresse mental, ou emocional está bastante relacionado à morbimortalidade na doença aterosclerótica coronariana. Isso inclui o estresse ocupacional, diagnósticos pós-infarto agudo do miocárdio em pacientes com depressão, além de precipitar eventos cardíacos agudos. Tal quadro é induzido por isquemia miocárdica, mais frequente em organismos mal condicionados aerobicamente (RIBAS, 2003).

O efeito benéfico de melhor oferta crônica de oxigênio e de melhoria nos processos oxidativos, auxilia na diminuição das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), também conhecidas como colesterol ruim e aumento das lipoproteínas de alta densidade (HDL), conhecidas como bom colesterol (HOUSTON, 2001).

Para Armentrout, *et al.* (2006) embora a fadiga seja um fator significativo em acidentes, relativamente pouco tem sido feito, por exemplo, no âmbito do Comando de Mobilidade Aérea da United States Air Force (USAF) para resolver os problemas de fadiga da tripulação. Programas de combate à fadiga têm sido sugeridos, com ênfase na alimentação saudável e boa higiene do sono.

Parece evidente que, em relação à guerra global contra o terror, as demandas militares voltem-se para regulamentação de programas de proteção às tripulações para evitar a fadiga excessiva, utilizando-se de relaxamento (ARMENTROUT, *et al.*, 2006).

Medidas preventivas devem atender o controle do estresse através de melhoria da aptidão física, com ênfase na atividade aeróbica que induz boas condições cardiovasculares, metabólicas e respiratórias, exercendo um papel de retardador no aparecimento dos sintomas da fadiga, com aperfeiçoamento da atividade metabólica, neuroendócrina e neuroimunológica, melhorando a qualidade de vida dos pilotos e reduzindo as possibilidades de acidentes (RIBAS, 2003).

A questão da fadiga como um dos elementos do chamado “fator humano” parece destacar-se decisivamente nos acidentes aeronáuticos, sendo lembrada por Kanashiro (2005 *apud* CUNHA, 2007, p. 35)

Estatísticas do Centro de investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), apresentados por Ribas (2003) dão mostras que o fator humano é o componente mais suscetível à falha num acidente aéreo, na aviação do exército. No relato estatístico de 10 anos (de 1989 a 1999), entre as 155 ocorrências aeronáuticas, 36% delas foram devidas a alterações psicofisiológicas dos aviadores (RIBAS, 2003).

Ribas (2003) afirma que há entre aviadores uma grande incidência da ansiedade e diminuição da atenção e concentração, indícios de aspectos psicológicos que afetam o desempenho laboral desses profissionais. Essas são características de estresse mental agudo e crônico com produção dos sintomas acima descritos, caracterizando sinais da fadiga central. Com certeza essa situação deve ser bastante comum entre os cadetes-aviadores, que estão passando por um processo de aprendizagem de uma atividade complexa e são constantemente avaliados, sendo que cada avaliação negativa, aumenta sua possibilidade de ser cortado do CFOAV da AFA.

Estudos do CENIPA apontam que, apesar de paradoxal, o acidente aeronáutico pode ser resultado de uma incapacidade do aviador para suportar a carga psíquica de seu labor e, muitos acidentes fornecem informações comprovadas que o indivíduo não estava, ou não respondeu, em sua condição psicofisiológica normal. Os sintomas de fadiga mental ou fisiológica, provavelmente afetaram suas decisões no momento em que foi requisitado de forma crítica no seu posto de trabalho (RIBAS, 2003).

Parece provável que pilotos com melhor condicionamento aeróbico, demonstram no pós-vôo uma concentração superior, quando comparados aos colegas com menor nível de aptidão aeróbica, o que, para os primeiros, indica menor fadiga psíquica e melhores condições de enfrentamento do estresse, comum nas suas profissões, segundo estudos de Ribas (2003).

A boa condição psicofisiológica geral do piloto, aliada a uma pronunciada condição aeróbica parecem ser fatores de segurança de vôo. Isso pode minimizar os sintomas do processo de fadiga e, provavelmente, as ocorrências aeronáuticas, principalmente se forem consideradas as estatísticas do CENIPA para a aviação do exército, através das quais foi constatado que 90% dos acidentes tiveram grande participação do fator humano, com evidências de problemas psicofisiológicos (RIBAS, 2003).

Portanto, é de relevante importância para a aviação, seja ela comercial ou militar, conhecer e monitorar com atenção as condições de saúde integral do aviador e acompanhar o nível de qualidade de vida, e através dele o aparecimento de sintomas dos processos de fadiga, procurando melhorar a oferta de oportunidades para treinamento e condicionamento físico, além de programas de relaxamento adequados para as tarefas da aviação.

Enfim, a fadiga tem grande relevância no ambiente aeronáutico, pois trata-se de um complexo processo metabólico e neurofisiológico que se desenvolve ao longo de um tempo de trabalho físico e/ou mental intenso e prolongado. Quando se instala restringe a continuidade do trabalho ao atinge níveis que podem acarretar sintomas variados e queda de rendimento físico e mental diante das requisições da atividade.

Sintomas como sensação de cansaço, esgotamento e fraqueza geral, acompanham-se de dores musculares, tonturas, problemas gástricos, manifestações de ansiedade, taquicardia e aumento de pressão arterial, estes bastante comuns em indivíduos fatigados e sob alta tensão psicofisiológica. Aliam-se a esses sintomas, a dificuldade para tomar decisões devido ao baixo nível de concentração mental e atenção, além do comprometimento da memória.

Tal quadro se apresenta problemático numa atividade como a da aviação, pois esta envolve um risco que lhe é inerente e uma pressão por segurança, tanto nas atividades propriamente de vôo, como nas de manutenção de aeronaves e também no atendimento da segurança de passageiros e do tráfego aéreo.

Como as estatísticas apontam, o fator humano apresenta-se como o causador de grande porcentagem dos acidentes aeronáuticos, segundo o CENIPA (2000 *apud* RIBAS, 2003), a fadiga e o estresse, próprio da atividade, parecem ter sido mais bem enfrentados por aviadores com boa aptidão física aeróbica. Tal aptidão parece agir como fator mitigador do desenrolar do processo de fadiga, além de melhorar a rapidez da resposta recuperativa pós-estressores.

Alguns estudos preconizam trabalhos profiláticos na forma de programas de melhoramento da condição física geral do aviador, em especial, a aptidão física aeróbica, além de exercícios de relaxamento.

A fadiga ainda prescinde de estudos mais aprofundados, principalmente quando relacionada ao aviador e a conseqüente segurança de vôo. Processos fisiológicos apontam vários mecanismos antes ignorados, tais como os neuroendócrinos e neuroimunológicos agindo sobre o sistema nervoso central e ativando respostas direcionadas a uma queda de desempenho psíquico e mental.

2.6 ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS DO ORGANISMO PROVOCADAS PELA ATIVIDADE FÍSICA E SEUS BENEFÍCIOS PARA O AVIADOR

O objetivo desse tópico é apresentar, algumas das respostas fisiológicas agudas e crônicas da atividade física sobre o organismo, que podem ser relevantes ao atual estudo.

A atividade física, principalmente a que é desenvolvida sistematicamente e com acompanhamento de profissionais da Educação Física, tem vários objetivos gerais e específicos. Os objetivos podem ser dedicados a desenvolver a resistência aeróbia, a resistência muscular, a força, a velocidade e a flexibilidade, entre outras.

A resposta natural à atividade muscular é a hipertrofia das fibras musculares, ou seja, o aumento de massa muscular e que ocorre na forma de um adequado treinamento de força. Através dele se dá o aumento do diâmetro da seção transversa do músculo e do volume das fibras musculares, o que confere força à musculatura em questão (WILMORE; COSTILL, 2001).

Isso se deve em especial ao aumento de miofibrilas, de moléculas de actina miosina e bem menos de mitocôndrias, essas últimas, tanto em tamanho, quanto em número, aparecem de forma mais pronunciada no treinamento aeróbico. Essas organelas são de grande importância, pois se constituem na “usina de energia” da célula, principalmente no trabalho aeróbico, atuando no metabolismo oxidativo, próprio de uma atividade muscular moderada e prolongada.

O trabalho de força de alta intensidade e localizado, exerce efeitos bastante benéficos para os aviadores, principalmente aqueles de aeronaves de combate, nas quais as alternadas cargas acelerativas, também chamadas de cargas “+G”, acontecem ao longo de praticamente todo o voo (GUIMARÃES, 2006).

Como os pilotos devem realizar constantes manobras musculares, envolvendo musculatura periférica, musculatura abdominal e diafragmática, o cansaço é notável e a fadiga se instala rapidamente, caso possuam um baixo preparo físico geral. Vários estudos realizados desde a década de 1940 demonstraram que o treinamento aeróbico, pelas características das respostas funcionais crônicas dele obtidas, não seria benéfico ao piloto que atuasse sob forte aceleração +G.

Com o passar do tempo e o aumento da qualidade e da quantidade de estudos, ainda que escassos, sobre as capacidades necessárias para melhor tolerar as acelerações “G”, chegou-se à conclusão que o treinamento aeróbico é importante para a manutenção da saúde geral do aviador e, principalmente, para desenvolver a capacidade funcional de recuperação pós-estresse de qualquer natureza no pós-voo (GUIMARÃES, 2006).

Dessa forma preconiza-se o equilíbrio de treinamento da aptidão aeróbica e anaeróbica, essa última, de forma especial, por estimular a hipertrofia da musculatura periférica dos membros inferiores e do abdome, pois manobras de contração dessa musculatura produzem respostas imediatas para a manutenção do sangue na parte superior do tronco, o que irriga o cérebro e evita a perda de consciência do piloto.

Importante considerar que o treinamento anaeróbico fomenta adaptações no sistema nervoso simpático. Essas estimulam a vasodilatação vascular periférica da musculatura, no entanto, ao se utilizar das manobras de esforço voluntário (MEV) e possuindo um sistema

parassimpático adequadamente desenvolvido pelo treinamento aeróbico, o melhor desempenho do aviador é sustentado graças a um aumento de tolerância do organismo aos mecanismo de fadiga, retardando sua instalação (GUIMARÃES, 2006).

A fadiga é um dos maiores desafios da fisiologia do esforço, que se ocupa em estudos para retardar o processo de sua instalação. O treinamento físico adequado é o meio natural para se conseguir esse feito, pois isso assegura um bom desempenho por um tempo mais prolongado, fator importante na aviação.

O trabalho muscular, especialmente o treinamento para esforços de média e longa duração faz aumentar a capilarização do músculo, ou seja, abrem-se capilares de reserva já existentes, porém subutilizados devido à baixa requisição.

Importante frisar que esse aumento de capilarização é crucial para respostas orgânicas de emergência, exigindo grandes intensidades de esforços por períodos curtos e repetitivos, ajudando na recuperação pós-esforços de grande intensidade e ainda no caso de uma possível lesão.

Estudos sobre aumento de capilarização foram desenvolvidos por Hollman (1965 *apud* MELLEROWICZ; MELLER, 1979) e que são mais importantes quando focam a capilarização do miocárdio como protetor da funcionalidade miocárdica.

Bioquimicamente, o músculo treinado apresenta um aumento da quantidade de glicogênio armazenado, que pode chegar até 100% mais que músculos inativos, o que confere substancial reserva energética para ser utilizada, se comparado a musculatura sedentária (WILMORE; COSTILL, 2001).

A síntese de glicogênio, a partir da glicose é mais veloz, fazendo com que o glicogênio armazenado seja aproveitado com eficiência. Sem contar a vantagem do músculo treinado, em relação ao sedentário, no aproveitamento prioritário da gordura (ácidos graxos) para produzir energia, o que poupa glicogênio para outras situações de mais emergenciais.

Como a quantidade de mioglobina do músculo aumenta através do treinamento aeróbico e também do anaeróbico (em menor proporção) e principalmente em condições de maior altitude, os fenômenos de hipóxia, em organismos bem treinados, são retardados, uma vez que a mioglobina é o carreador de oxigênio no músculo, tal como a hemoglobina o faz no sangue.

Os fosfolipídios, como compostos de alto teor energético, têm a sua quantidade aumentada, principalmente no trabalho aeróbico, justamente pelo aumento da quantidade de mitocôndrias produzidas nesse tipo de atividade física (WILMORE; COSTILL, 2001).

Os fosfatos energéticos que compõem o trifosfato de adenosina (ATP) e a fosfocreatina estimulam melhoria de resultados nos trabalhos anaeróbicos de média e curta duração. Importante lembrar que a re-síntese desses compostos acontece de forma mais rápida num organismo treinado, o que favorece a recuperação pós-estímulos estressores.

Micronutrientes, como o potássio, o cálcio, sódio e o magnésio tomam parte nos potenciais de excitabilidade e contratilidade dos músculos e favorecem os processos energéticos e metabólicos das células musculares. Num organismo treinado eles são rapidamente disponibilizados e mantêm uma quantidade aumentada, se comparada à musculatura inativa.

A musculatura treinada também apresenta uma quantidade de enzimas oxidativas aumentada (biocatalisadores, como piruvato-quinase, lactato-desidrogenase, entre outros), de forma pronunciada no trabalho aeróbico, o que melhora sua capacidade de resistência aeróbica, ou esforços prolongados de moderada intensidade (WILMORE; COSTILL, 2001).

Esses conhecimentos fisiológicos dão embasamento para melhor preparação dos aviadores. A literatura na área de fisiologia do esforço e do trabalho traz inúmeras evidências científicas de que um melhor condicionamento físico possibilita maior suporte às atividades da vida cotidiana, incluindo a laboral. O condicionamento físico ajuda os pilotos a suportar o estresse da atividade aviatória, principalmente no que tange ao rápido período de recuperação pós-estresse (PALMA; PAULICH, 1999).

Quanto às respostas hematológicas e cardiorespiratórias beneficiadas pelo treinamento, Mellerowicz e Meller (1979), afirmam que um treinamento contínuo e sistematizado estimula a produção de eritrócitos (hemácias), a quantidade de hemoglobina e o volume sanguíneo total, o que para os aviadores é um ponto bastante importante contra as situações de hipóxia.

No lastro do aumento do volume sanguíneo, a capacidade de tamponamento, conforme o citado acima, por Palma e Paulich (1999) é incrementado pelo aumento de substâncias alcalinas (como os bicarbonatos) e os corpos protéicos. Com essa capacidade de tamponamento aumentada, retarda-se a instalação de acidez sanguínea, provocada pela oferta de íons hidrogênio, que servem de “gatilho” para o processo de fadiga, normalmente advindo do desequilíbrio gerado entre a produção e a remoção de lactato.

Os níveis de triglicerídeos e de colesterol no sangue diminuem, o que é de extrema importância para o aviador, dado o posto de trabalho sedentarizado e de grande pressão, seja ela do ambiente interno ou do ambiente externo. Portanto, há grande probabilidade de queda

nos índices de incidência de acidentes vasculares cerebrais, pela baixa possibilidade de formação de placas ateromatosas e trombos.

A diferença arteriovenosa de oxigênio apresenta-se maior em organismos treinados, seja em situação de esforço ou de repouso, devido a alta capilarização provocada pelo exercício aeróbico e, em menor grau no exercício anaeróbico, o sistema cardiorrespiratório treinado trabalha de forma mais econômica, em função da boa disponibilização de oxigênio no organismo, além de uma hipertrofia da musculatura respiratória em função das requisições do treinamento (MELLEROWICZ; MELLER, 1979).

O Consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) em atletas de alto nível pode chegar a $6,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, enquanto em sedentários chega a $2,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Em termos relativos atletas bem treinados apresentam VO_2 máx de até $80 \text{ ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, sendo que os sedentários apresentam valores abaixo de $40 \text{ ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, segundo Mellerowicz (1972 *apud* MELLEROWICZ; MELLER, 1979). No caso da aviação não há necessidade, provavelmente, de um índice próximo a de maratonistas, mas com certeza um nível melhor do que é apresentado por organismos sedentários.

A frequência cardíaca (FC) reflete quantitativamente o trabalho que o coração realiza para satisfazer demandas do organismo durante uma atividade. Em fisiologia do esforço e do trabalho a frequência cardíaca de repouso e a de atividade são utilizadas para fornecer dados importantes sobre o nível de estresse da atividade que está sendo desenvolvida.

A frequência cardíaca de repouso (FCr) varia em indivíduos hígidos, entre 60 a 80 batimentos por minuto (bpm). Indivíduos sedentários e de meia idade pode chegar a 100 bpm e em atletas altamente condicionados aerobicamente ela varia de 28 a 40 bpm.

A frequência cardíaca de repouso diminui com a idade e é afetada por fatores ambientais, tais como temperatura e altitude, entre outros, uma vez que fatores emocionais podem afetar a frequência cardíaca, sem que haja qualquer movimento corporal. Assim também acontece antes do início do exercício, e pode-se dizer que de qualquer atividade que envolva participação ativa do sujeito.

Esse aumento pré-atividade é conhecido como resposta antecipatória. Trata-se de uma resposta mediada pelo sistema nervoso simpático através da liberação de noradrenalina e adrenalina, secretados pelas glândulas suprenais. Em perfeita coordenação, o sistema nervoso parassimpático (Vago) diminui a sua influência sobre o organismo e assim a frequência cardíaca começa a se elevar (WILMORE; COSTILL, 2001).

Após um programa de treinamento aeróbico moderado e prolongado, a frequência cardíaca (FC) e a pressão sistólica (PS) tendem a diminuir paralela e gradativamente, como

resposta adaptativa do organismo. Isso confere melhor condicionamento cardiocirculatório ao indivíduo treinado. Esse efeito pode ser apreciado na figura 2.6.1.

A manutenção dos níveis de condicionamento físico é importante para a saúde e bom desempenho orgânico do indivíduo. Ao adotar de uma postura sedentária os benefícios alcançados no treinamento são rapidamente perdidos.

A vida profissional de um piloto militar engloba variadas tarefas que se somam ao voo. Enquanto cadetes, no período de formação, ainda que aparentemente a atividade física não seja a ideal para o indivíduo ela ainda está presente de forma sistematizada pela instituição.

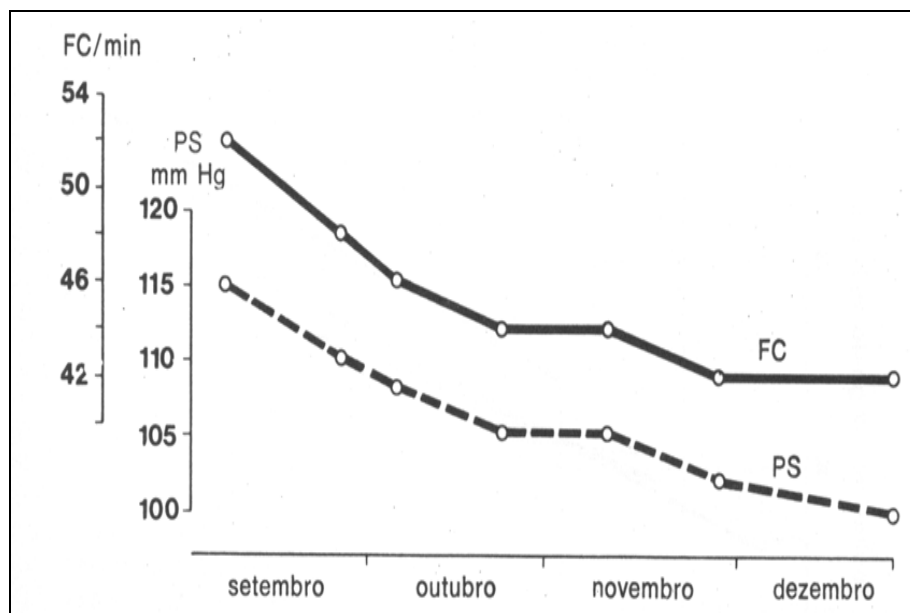


FIGURA 2.6.1 – A diminuição de Frequência Cardíaca e da Pressão Sistólica de um Fundista ao longo do período de treinamento. (MELLEROWICZ; MELLER, 1979, p.13)

Provavelmente ao terminarem o período de formação e ingressarem no período de atuação profissional os aviadores podem deixar de ter acompanhamento adequado à suas necessidades orgânicas e atividades físicas passam a ser cada vez mais raras no rol de suas atividades de rotina (SILVA; NASCIMENTO; BEAL JR., 2007).

Dados do Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL) do Comando da Aeronáutica (COMAER) mostram que em 2001 havia um número maior de militares afastados de suas funções, em relação aos anos anteriores devido a patologias relacionadas à hipocinesia e ao sedentarismo, tais como: hipercolesterolemia, lombociatalgias, cervicalgias, hipertensão,

obesidade, disfunções cardiorrespiratórias e motoras, entre outras (SILVA; NASCIMENTO; BEAL JR., 2007, p.14).

Os vários afazeres e talvez a ausência de profissional especialista da área de atividade física em todas as unidades militares, acabam por desencorajar a continuidade do condicionamento físico, justamente quando o piloto mais necessita dessa atividade para melhor exercer seu trabalho com saúde e um nível satisfatório de qualidade de vida.

A modulação de um nível satisfatório de saúde psicofisiológica e conseqüentemente de melhor qualidade de vida se faz também através das respostas do o sistema vegetativo e do sistema endócrino ao treinamento.

Didaticamente, o sistema nervoso periférico possui uma subdivisão funcional composta pelo sistema nervoso autônomo e sistema nervoso somático. O primeiro cuida das ações involuntárias e o segundo das ações voluntárias.

O sistema nervoso autônomo cuida de funções internas involuntárias, entre as quais: a frequência cardíaca, pressão arterial, distribuição do fluxo sanguíneo e respiração. Subdivide-se em Sistema Nervoso Simpático e Sistema Nervoso Parassimpático (vago).

O sistema nervoso simpático prepara o organismo para a “fuga ou para a luta”, ou seja, enfrentar uma crise ou em estresse agudo, que fisiologicamente faz o organismo responder, através da liberação modulada de adrenalina e noradrenalina que atuam no aumento da frequência cardíaca, dilatação dos vasos coronarianos (suprindo o miocárdio para a demanda), vasodilatação periférica (suprindo de sangue a musculatura para agir), vasoconstrição nos tecidos e órgãos não ativos, aumento da pressão arterial (maior perfusão sanguínea e melhor retorno venoso), broncodilatação para aumentar as trocas gasosas, aumento da taxa metabólica (suprindo demanda energética), aumento do nível de atenção e prontidão mental, liberação aumentada de glicose do fígado para o sangue, levando combustível aos músculos e ao cérebro (WILMORE; COSTIL, 2001).

O sistema nervoso parassimpático é um sistema de manutenção corporal. Tem papel importante na digestão, micção, secreção glandular e conservação energética. São efeitos opostos ao Simpático, pois produz diminuição da frequência cardíaca (diminui taxa de contração), provoca constrição dos vasos coronarianos e broncoconstrição, com claro papel relevante na economia orgânica.

O sistema simpático e o parassimpático possuem neurotransmissores, ou seja, substâncias químicas que transmitem impulsos nervosos através das sinapses. Existem cerca de 50 neurotransmissores, que são categorizados em (1) neurotransmissores de ação rápida, compostos de moléculas pequenas e (2) neurotransmissores de ação lenta, que são

neuropeptídios. Os neurotransmissores de ação lenta, ou neuropeptídios podem ser liberados a partir do hipotálamo, intestinos (Serotonina), e da hipófise, entre outros (WILMORE; COSTIL, 2001).

De forma especial merece destaque o fato de a atividade física, principalmente a atividade aeróbica, poder diminuir o efeito dos agentes estressores no organismo produzindo efeito analgésico sobre a dor e o desconforto corporal, minimizando os efeitos das pressões psicológicas através da produção de beta-endorfinas, que são neurotransmissores peptídeos hipofisários, de ação lenta, responsáveis pela diminuição da dor e aumento da sensação de bem-estar.

Normalmente a atividade aeróbica moderada e prolongada provoca maior liberação de beta-endorfinas. As atividades anaeróbicas também liberam esses neurotransmissores, porém em menor quantidade. A prescrição de atividades físicas deve objetivar um equilíbrio das classes de exercício, com ajustes finos, para amenizar a influência da pressão laboral sobre o profissional (GONZALEZ, 2001; ANTUNES, *et al.*, 2006).

Os neurotransmissores de ação rápida têm grande relevância no estudo do exercício, pois modulam as respostas fisiológicas. Um deles é a acetilcolina, principal neurotransmissor dos neurônios motores, que inervam a musculatura esquelética e de muitos neurônios do parassimpático.

No coração a acetilcolina tem ação inibitória, que é chamada de efeito vagal. A adrenalina e a noradrenalina servem ao sistema simpático e atuam, resumidamente, de forma excitatória durante o exercício e como resposta ao estresse agudo.

O organismo treinado tende a desenvolver economia de esforço, ou seja, aumenta os estímulos do parassimpático. Em função de esforços físicos moderados e aeróbicos do treinamento agem provocando parassimpaticotonia, que se evidencia fisiologicamente através de baixa da frequência cardíaca e da frequência respiratória.

O sistema cardiovascular é mais bem servido, pois há o desenvolvimento de inervação predominantemente vagal (parassimpática). Esse efeito é benéfico numa situação de repouso, mas não numa situação de ação, ou seja, durante as manobras que são realizadas em aviação, principalmente na aviação militar, esse efeito vagal não é de todo benéfico. Por isso o equilíbrio das capacidades físicas nos programas de preparação física do aviator.

Segundo Guimarães (2006) em situação de voo e acelerações “G” o organismo se vale do sistema nervoso simpático, com aumento de frequência cardíaca, da pressão arterial, e uma vasoconstrição periférica própria de uma hipertrofia muscular. É uma situação funcional aguda que requer rápida resposta, contrações musculares isométricas, mantidas por alguns

segundos e repetidas vezes, o que gera também um acúmulo considerável de metabólitos do ciclo anaeróbico, principalmente o lactato.

Esse fator favorece a instalação mais rápida da fadiga, por isso preconizam-se atividades de treinamento anaeróbico para desenvolvimento de tolerância a altos níveis de lactato, retardando os efeitos da fadiga localizada (WILMORE; COSTILL, 2001).

Os efeitos benéficos dos exercícios aeróbicos e anaeróbicos sobre o organismo têm grande importância para profissionais aviadores, pois estes exercem seu labor em ambiente com ampla gama de fatores estressores que ativam constantemente o sistema simpático.

O organismo de aviadores fisicamente bem condicionados tende a minimizar a instalação de reações que se somam e desencadeiam o processo de fadiga periférica e fadiga central, fatores nada interessantes para quem tem um posto de trabalho que exige rápidas e consistentes decisões para atender as demandas de cada missão.

Tanto no exercício quanto em resposta aguda a um fator estressor o corpo está diante de grandes demandas que acarretam alterações fisiológicas. Há um aumento da taxa de utilização energética, que desequilibram os mecanismos de produção e remoção de metabólitos, há transferências de líquidos entre vários compartimentos e ocorre a transpiração. Em suma, durante o exercício o organismo se esforça para manter a homeostasia orgânica diante de uma situação caótica.

Para esse fim, de acordo com Gonzalez (2001) o corpo possui um meio complexo de controle, comunicação e interação do qual fazem parte o sistema nervoso e o sistema endócrino. Estes rastreiam e comandam as demandas do meio interno, para fazer frente às demandas do meio externo.

A partir desses sistemas emanam ordens para estabelecer um equilíbrio dinâmico diante das requisições. O sistema nervoso o faz através dos nervos e sua condução é elétrica, e o sistema endócrino comanda através de substâncias químicas especializadas, conhecidas por hormônios

Sobre as respostas endócrinas favorecidas pela atividade física, sabe-se que o treinamento produz hipertrofia do córtex adrenal. Este secreta mais de 30 hormônios, denominados corticosteróides, mas destacam-se os mineralocorticóides (aldosterona e o equilíbrio dos íons sódio e potássio) e glicocorticóides, pois permitem adaptação às requisições estressoras internas e externas (MELLEROWICZ; MELLER, 1979).

Em relação ao equilíbrio hídrico do organismo, um fato tem merecido a atenção da fisiologia aeroespacial. Segundo Menezes (2008) o fenômeno denominado “suor imperceptível” é responsável pela aceleração da desidratação do organismo. Esse fenômeno

se instala devido a um processo que ocorre em vôos de grande altitude, advindos da mudança do nível disponível de nitrogênio na cabine do piloto.

Segundo o autor, em terra o mecanismo hormonal da aldosterona atua em situação normal, pois a mudança eletrolítica é percebida pelo organismo, provocando a sede. Em altitude esse mecanismo sofre alteração e a sede não é percebida e a desidratação torna-se crítica para o cérebro.

Menezes (2008) afirma que acontece uma degradação da função cerebral com efeitos sobre o desempenho mental e psicológico, acelerando a instalação da fadiga, e prováveis erros no processo decisório, crucial para a segurança de vôo.

Destaca-se também o papel do cortisol, que estimula a gliconeogênese, o que conseqüentemente aumenta a mobilização de ácidos graxos como fontes energéticas, com isso reduz-se a utilização de glicose em favor de seu direcionamento para as funções cerebrais, do qual é o combustível prioritário e imprescindível.

O cortisol é ainda um agente anti-inflamatório, deprimindo as reações imunológicas, umas das ações como hormônio do estresse e, aumentando a vasoconstrição acionada pela adrenalina.

O córtex adrenal “treinado” tem disponibilidade para produzir e armazenar maior quantidade de corticóides, pois se desenvolve em peso e volume. Devido a esse fato, diante de uma situação de estresse e esforços físicos prolongados pode liberar maior quantidade de corticóides para tentar responder às demandas (MELLEROWICZ; MELLER, 1979; WILMORE; COSTILL, 2001).

Ao levantar os benefícios que as atividades físicas trazem ao organismo e as descrevê-las como importantes para os aviadores, simultaneamente inicia-se um processo de levantamento das qualidades físicas importantes para o bom condicionamento físico dos aviadores e dessa forma analisar um elenco de melhores exercícios e protocolos para avaliação da melhor condição física que deve ser alcançada pelo profissional.

Somente com um bom nível de Aptidão físico-profissional aeróbica (AFP) o indivíduo poderá responder ao estresse e aos desequilíbrios fisiológicos gerados por este, minimizando seus efeitos através de boa capacitação orgânica geral.

2.7 QUESTÕES ENERGÉTICAS E CARGA LABORAL

Para responder aos desequilíbrios fisiológicos gerados pela atividade aviatória há necessidade de empenhar-se estudo e conhecimento na área das questões energéticas e de custo energético do trabalho a que são submetidos os organismos diante das demandas ambientais.

É relevante determinar o nível relativo de uma atividade laboral, na forma da compreensão e conhecimento da distribuição das cargas laborais em função da capacidade de cada indivíduo e, se possível interferir na aplicação de pausas quando a jornada de trabalho está além de determinada intensidade.

O organismo adapta-se às demandas ambientais, nesse caso, particularmente, na obtenção e no gasto energético que produz trabalho. A vida no macro e no micro ambiente depende dos processos energéticos e o organismo humano através dos alimentos consegue disponibilizar energia auto-renovável e relativamente eficiente através dos processos fisiológicos (MOREIRA, 2005).

Os alimentos ingeridos contêm elementos construtores que auxiliam a síntese estrutural, garantindo meios necessários para que o organismo realize processos corporais que consomem e produzem energia. Os processos de biossíntese (anabolismo) e a manutenção do equilíbrio do ambiente interno do organismo são totalmente dependentes de energia.

O corpo tende a preencher primeiramente as necessidades, ditas, basais e depois distribui a energia excedente para servir como combustível para atividades musculares, recreacionais, profissionais, ou esportivas (MAUGHAN; BURKE, 2004).

A figura 2.7.1, apresenta um esquema dos componentes individuais que são considerados para atender as exigências energéticas do indivíduo. Tais processos incluem: a) taxa metabólica basal (TMB) ou de repouso, que é a energia disponibilizada para manter os sistemas corporais básicos em funcionamento, b) efeito térmico da ingestão de alimentos, que aumenta o gasto de energia para catabolizar (degradar) o alimento para absorção e metabolismo de seus nutrientes, c) efeito térmico da atividade, que considera o gasto energético de movimentos, dos mais simples aos mais complexos e d) o gasto próprio do crescimento, considerando aqui também os processos de reparação.

Os principais fatores que determinam a necessidade de energia tanto para atletas, como para trabalhadores são o tamanho corporal e a carga de treinamento ou carga de trabalho. De acordo com os autores a importância da massa corporal é subestimada com

freqüência, mas não se deve deixar de considerar que a massa de tecido ativo influencia o gasto metabólico basal e também o gasto energético do exercício ou atividade laboral (MAUGHAN; BURKE, 2004).

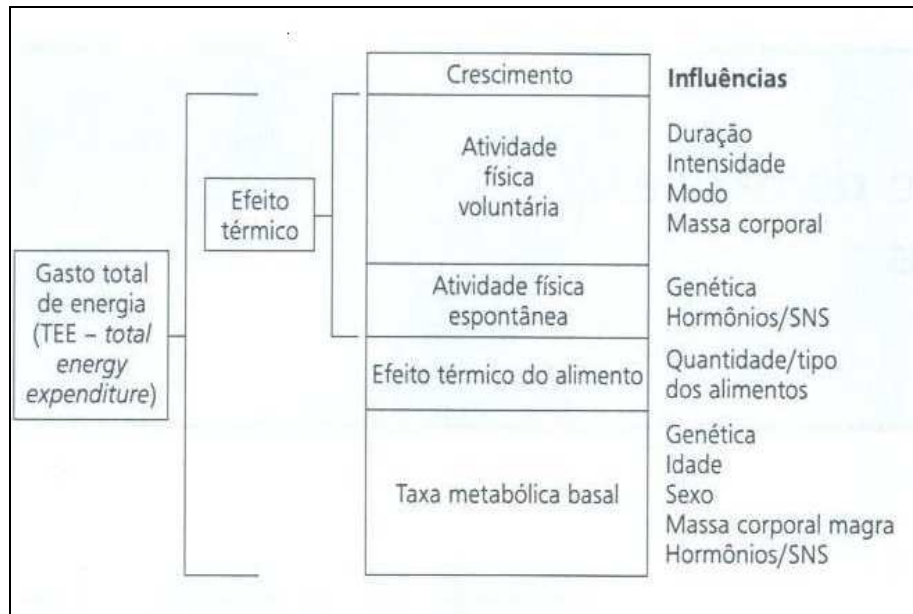


FIGURA 2.7.1 – Os componentes do gasto energético. (MAUGHAN; BURKE, 2004, p.16)

A carga total de treinamento ou de trabalho aumenta as necessidades de energia do indivíduo para suprir as demandas normais diárias, podendo chegar até 50% do total do gasto diário de energia. Fazendo uma correlação do mundo esportivo com o mundo do trabalho, os três componentes são importantes para qualquer programa de treinamento ou trabalho fundamentam-se na intensidade do trabalho realizado, a duração do trabalho e a freqüência da tarefa, que influenciam o gasto total de energia (MAUGHAN; BURKE, 2004).

Para se verificar em que grau, diferentes formas de atividades físicas estão relacionadas à saúde é necessário que se tenha informações sobre os hábitos de atividade física da população estudada. Da mesma forma é necessário refletir e analisar sobre as tarefas laborais, se o objetivo é conhecer o nível do gasto energético para se tentar inferir sobre alguns dos vetores que influenciam a distribuição de carga de trabalho ao longo da jornada e conseqüentemente a saúde do trabalhador (ALMEIDA, *et al.*, 2004).

Através da medição do consumo de calorias num determinado tempo pode-se avaliar a contribuição da atividade física no estado de aptidão física relacionada à saúde. O mesmo

se faz com as atividades laborais para se conhecer qual o nível de Aptidão físico-profissional é requerido no tipo de atividade laboral estudado. O consumo de calorias pode ser medido de maneira indireta através de equivalência do consumo de oxigênio (VO_2).

Monod (1992) defende que o interesse da fisiologia do trabalho está no conhecimento do metabolismo para responder a duas condições indispensáveis: a) o estabelecimento da ração alimentar que permita ao organismo se manter em equilíbrio ponderal (peso inalterado) determinando assim suas necessidades exatas e b) conhecer a taxa de metabolismo basal. A primeira dessas necessidades, de acordo com o autor, é cobrir o seu consumo mínimo, sendo que o metabolismo basal determina o nível mínimo da ração alimentar.

A figura 2.7.2 apresenta um gráfico, sugerido por Monod (1992) sobre o desenvolvimento do metabolismo basal ao longo da vida.

Nota-se uma alta taxa nos primeiros anos de vida, que representa altos níveis de requisição energética para suprir os fenômenos de crescimento e desenvolvimento orgânico global.

Após os 15 anos, aproximadamente, o organismo trabalha com os ajustes hormonais ligados ao desenvolvimento corporal e de maturação sexual, equilibrando crescimento, maturação e reparação tecidual, até aproximadamente os 40 anos de idade, quando o organismo torna-se mais sedentário, organizando-se para reparação tecidual e diminuição de necessidades calóricas.

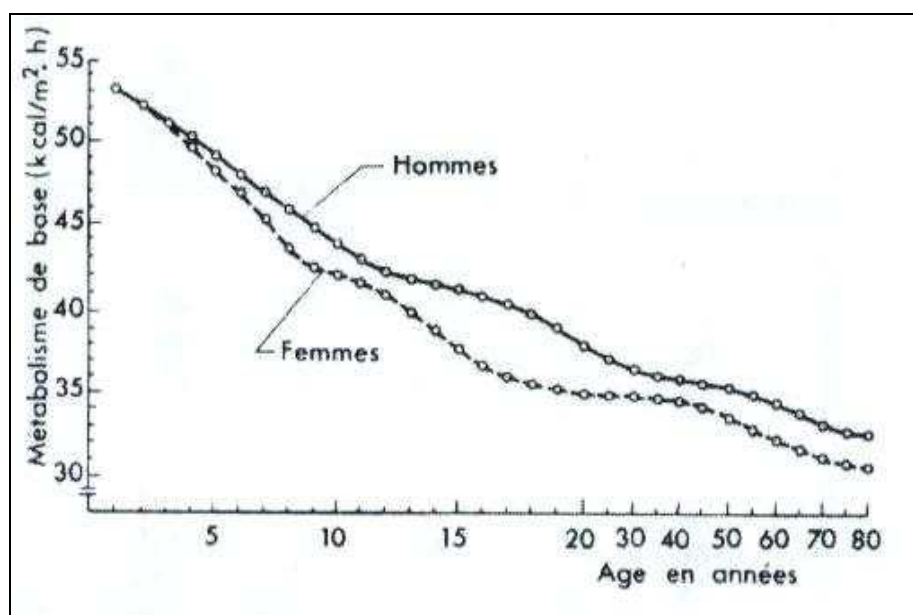


FIGURA 2.7.2 - Variação do metabolismo basal com a idade (MONOD, 1992, p.116)

Valores de gasto energético podem ser expressos em $\text{kcal.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$, ou kcal. min^{-1} e equivalentes metabólicos (MET). Para determinar o gasto calórico de uma atividade em quilocalorias alcança maior precisão quando se mede o gasto calórico (kcal) durante o repouso, ou chamada Taxa Metabólica Basal (TMB) e multiplica-se pelos valores em equivalentes metabólicos (MET). A TMB é de aproximadamente $1 \text{ Kcal.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ e os custos energéticos das atividades podem ser expressos como múltiplos de TMB (ALMEIDA, *et al.*, 2004).

Entre as relações existentes entre as medidas de gasto energético (GE) destacam-se as informações de que 1 MET é equivalente a $0,0175 \text{ kcal.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Para se converter em kcal.Min^{-1} , o cálculo considera $0,0175 \times \text{MET} \times \text{peso}$. Também, segundo Zohman e Phillips (1978) 1 MET equivale, aproximadamente $1,2 \text{ cal.min}^{-1}$, e em consumo de oxigênio equivale a dizer que 1 MET equivale a aproximadamente $3,5 \text{ ml O}_2.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

Esses cálculos foram utilizados na investigação de gasto energético de cadetes aviadores do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009, como parte dos questionamentos da tese sobre Aptidão físico-profissional aeróbica desses cadetes aviadores.

Anjos e Ferreira (2000) afirmam que do ponto de vista fisiológico a carga fisiológica de trabalho é a expressão da intensidade da atividade laboral imposta ao indivíduo, que deve ser explorada para obtenção de informações das reais condições de trabalho e saúde do trabalhador.

A carga fisiológica de trabalho é usualmente avaliada através das respostas metabólicas e cardiovasculares dos indivíduos a uma atividade física (ou laboral), variáveis estas que podem ser expressas por meio de seus valores absolutos medidos com frequência cardíaca (FC) e gasto energético (GE) durante a atividade. O GE pode ainda ser expresso como múltiplo da taxa metabólica de repouso do indivíduo e FC em porcentagem da frequência cardíaca de reserva (%RFC), (ANJOS; FERREIRA, 2000).

A carga de trabalho, segundo a portaria MTB nº 3214 Brasil, 1978 (*apud* ANJOS; FERREIRA, 2000) deve ser estimada pelo metabolismo, através do gasto energético (GE) referindo-se apenas a sua relação com exposição do trabalhador ao calor. Dessa forma não pode ser utilizada de maneira indiscriminada, pois existem muitas atividades em que nem a exposição ao calor, nem o calor produzido pelo indivíduo durante a atividade são passíveis de serem fidedignamente medidos, caso não sejam realizadas em laboratórios. É o caso da presente pesquisa com cadetes aviadores.

Para Palma; Paulich (1999) as exigências orgânicas laborais necessitam de maiores estudos. Eles também concordam que índices de aptidão física necessária para os mais

variados tipos de atividades, não são totalmente conhecidos, mas defendem, como outros pesquisadores, tais como (Astrand e Rodahl, 1987; Pollock e Wilmore, 1993 *apud* PALMA; PAULICH 1999) que deve existir um indicador de desgaste que possa viabilizar as estimativas de carga de trabalho de pilotos e sugerem a coleta de dados referentes à frequência cardíaca e gasto energético.

Não se pode negar que o esforço físico e o estresse a que são submetidos esses cadetes-aviadores merece uma análise mais apurada para vislumbrar, talvez, a possibilidade de se planejar e implantar um programa de gerenciamento de condicionamento físico específico para Aptidão físico-profissional, privilegiando o equilíbrio da capacidade aeróbica e anaeróbica, procurando estabelecer um marco de excelência para as necessidades da atividade própria dos cadetes-aviadores e na aviação de forma geral, sempre considerando os diversos tipos de atuação do aviador e das características das aeronaves (KUBE, 2006).

2.8 PODER AEROESPACIAL E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA. A FORÇA AÉREA DO AR, DO ESPAÇO E DO CIBERESPAÇO

Vê-se muito bem o tempo em que os Estados não terão mais de recorrer ao serviço incerto do artilheiro, mas quando as massas de megamortos poderão ser tratadas indiretamente com base em quadros de comandos eletrônicos. Tal possibilidade já foi conquistada (André Leroi-Gourhan, 1965, *apud*, SHEPS, 1996, p. 191).

Historicamente quase cem anos se passaram desde a estréia de um vôo controlado e propulsado até as aeronaves de hoje, a chamada 5ª geração de aeronaves multimissões e os Veículos Aéreos não Tripulados (VANTS), além de todo um sistema complexo de interligação de informações via satélite e armazenamento de dados no ciberespaço, armamentos de precisão e comandos conjuntos.

A Força Aérea apareceu primariamente nas missões de reconhecimento, como reforço às ações da cavalaria. Todavia descobriu-se, já de imediato que as máquinas voadoras não poderiam exercer seu papel, caso lhe fosse vedado a condição de deixar o solo por aeronaves inimigas. Dessa forma o exercício do poder aéreo seria impedir que a força inimiga saísse do solo e depois, se conseguisse fazê-lo, ter suas aeronaves abatidas.

Um avião rudimentar, de lona e madeira não foi levado a sério, imaginando as limitações de autonomia, de velocidade, de capacidade de carga e de segurança. Porém tais

limitações foram rapidamente superadas em poucos anos. O avião ainda era a extensão dos olhos de comandantes terrestres nas ações de reconhecimento e de artilharia, constituindo grande ameaça ao inimigo.

A artilharia antiaérea não havia sido desenvolvida ainda, portanto eram poucas as possibilidades de abater uma aeronave, mas colocaram metralhadoras nas aeronaves, começou então a perseguição para abater o inimigo, inicia-se o combate no ar.

Tais aeronaves forneciam ainda apoio tático às forças terrestres, atacavam à curtas distancias da retaguarda do inimigo, protegiam as forças amigas, atacavam depósitos de suprimentos, estações ferroviárias, entre outros alvos estratégicos adversários e ao final do primeiro conflito mundial, começava a nascer o conceito de Força Aérea já com alguns os atributos como: alcance, altitude, velocidade e letalidade. Todavia o potencial de desenvolvimento da aviação militar se revelou mais claramente no segundo conflito mundial e não mais parou de crescer. (MAC ISAAC, 2003).

O país que fosse capaz de lançar-se ao ar e tivesse a habilidade e capacidade estratégica de alcançar o território inimigo e destruir suas instalações industriais, militares e equipamentos aéreos, além do combate efetivo no ar, estaria exercendo o Poder aéreo (Douhet *apud* MAC ISAAC, 2003).

Na opinião de Howard, (1996) o conceito de poder aéreo se desenvolveu a partir da idéia de poder marítimo, que foi sugerido por Alfred Mahan e se fundamentava na capacidade de usar o mar para fins bélicos e com isso impedir o inimigo de também fazê-lo. Mahan, segundo Howard (1996) concebia os mares como campo de poder no qual não apenas se protegeria as costas da nação, mas também como elemento ofensivo.

Os poderes aéreos e marítimos deveriam interagir com as estratégias das forças terrestres, pois o conceito previa também que se desembarcariam tropas, levariam suprimentos, tanto pelo mar, e posteriormente, através do ar.

Historicamente, para Mac Isaac (2003) a aviação cresceu mais em ação do que em idéias defendidas por alguns teóricos e clássicos pensadores no início dos tempos da aviação, no entanto, elas fundamentaram muitas das ações da aviação em guerra e para a guerra. As idéias de Douhet, Mitchell, Seversky, entre outros, continuam a ensinar.

A Força Aérea foi, para Davies (2009) na história das duas grandes guerras, o elemento que mais evoluiu devido ao amplo emprego de novas tecnologias, num fluxo quase contínuo de inovações que lhe conferiram alcance, velocidade, altitude, letalidade e certa flexibilidade. As armas terrestres e marítimas tiveram uma evolução mais vagarosa.

Atualmente os parâmetros de guerra e os avanços tecnológicos fazem com que alguns novos teóricos já se pronunciem para uma visão de poder aéreo e supremacia aeroespacial no século XXI.

Para Virilio (1996, *apud* SHEPS, 1996) a afirmação de Leroi-Gourhan (1965, *apud*, SHEPS, 1996) anunciou precocemente o objeto técnico conhecido como C3I (comando, controle, comunicação, inteligência) considerado o deferimento do poderio militar que possibilitou aos aliados e aos Estados Unidos vencer a Guerra do Golfo a partir do Pentágono, através desse aparato de comunicação em tempo real.

Atualmente esse conceito foi ampliado para C4ISR (comando, controle, comunicação, computadores, inteligência, vigilância e reconhecimento) que usa a velocidade como arma absoluta, porque carrega consigo a surpresa, sendo essa a idéia central da *blitzkrieg* alemã na II Guerra Mundial.

Naquele tempo a velocidade ainda era ligada aos transportes, segundo Virilio (1996, *apud* SHEPS, 1996), hoje ela está na velocidade que se equipara ao tempo real, ou seja, no domínio do ciberespaço.

A furtividade de aeronaves é o elemento surpresa do Poder Aeroespacial, importante para a máquina de guerra, pois a surpresa é uma realização da velocidade, um requisito fundamental ao Poder Aeroespacial e ao novo tipo de guerra, seja ela convencional ou não-convencional.

Dessa forma o conceito de guerra deve ser revisto de acordo com Clodfelter (2009), pois as guerras tendem a deixar de ser convencionais, através da ação, principalmente do terrorismo e da assimetria de forças e de tecnologia aplicada entre as grandes potências e as demais nações.

É evidente que a tecnologia teve lugar marcante no desenvolvimento das Forças Aéreas proporcionando maior efetividade de emprego da arma aérea. Trata-se de um campo vasto e complexo, que se fundamenta em alguns estudos que tratam do papel do desenvolvimento tecnológico na construção do conceito de Poder Aéreo já a partir da II Guerra Mundial e, contemporaneamente, do Poder Aeroespacial.

2.8.1 O desenvolvimento tecnológico na construção do conceito de poder aéreo a partir da II Guerra Mundial

No período pré-guerra o poderio aéreo era visto como uma nova forma de apoio tático para as forças terrestres e marítimas. Os aviões serviam para observar o inimigo, bombardear linhas de comunicação, desbaratar concentrações de soldados, atacar posições fortificadas, proteger embarcações e neutralizar forças aéreas inimigas.

Na maior parte das nações os comandos aéreos eram subordinados à marinha ou ao exército, isso até nos Estados Unidos, que no caso era subordinada ao exército, sendo que seu comandante participava de reuniões de Estado Maior com permissão dos superiores do exército. Já nos anos 40 com o empenho, principalmente do General Arnold, foi criada a United States Air Force (USAF) como força independente.

A Real Força Aérea (RAF) e a Força Aérea Alemã (LUFTWAFFE) tinham maior autonomia, mas ainda eram vistas como força coadjuvante. Segundo Davies (2009) em 1939 existiam seis forças aéreas importantes na Europa. A Tabela 2.8.1.1 mostra a distribuição de aeronaves por país e a Tabela 2.8.1.2 mostra a quantidade de aviões produzidos em três países importantes durante a II Guerra Mundial.

TABELA 2.8.1.1 Aeronaves por país em 1939

Países	Numero de Aeronaves
URSS	8105
Alemanha	2916
Itália	1796
Reino Unido	1660
França	950
Polônia	678

(Davies, 2009)

TABELA 2.8.1.2 Aviões produzidos em três países importantes durante a II Guerra Mundial

Ano	Alemanha	Rússia	Estados Unidos
1939	8295	-	-
1940	10826	10565	12804
1941	11776	15735	26277
1942	15556	25436	47836
1943	25527	34845	85898
1944	39807	40246	96318
1945	7544	20052	49761

Davies (2009, p. 49-50)

A favor de um poder aéreo está o fato que todos esses países possuíam capacidade para produzir aeronaves, isso requeria população empregada, tecnologia, matéria prima, coordenação com empresas privadas, vontade e paixão política, que fazem parte das razões de mobilização para a guerra.

Um exemplo da letalidade de uma força aérea bem empregada foi a perda, em 10 dias, de 3000 aeronaves da Força Aérea Soviética abatidas pela LUFTWAFFE. O cenário competitivo pela supremacia aérea abriu-se para três atores principais, RAF, USAF e LUFTWAFFE (DAVIES, 2009).

Aparentemente, a partir desse momento histórico, começou a nascer o verdadeiro e real sentido de poder aéreo, uma vez que os planejadores estratégicos perceberam que a arma aérea era mais que um apoio, suplantando o pesado, oneroso e vagaroso poderio naval, limitado pelo curto alcance de suas ações no território inimigo.

Um porta-aviões, uma grande inovação tecnológica, segundo Davies (2009), facilmente afundaria e imobilizaria um couraçado antes que ele disparasse um tiro de canhão, apenas pelo fato de seus aviões atuarem em sua proteção e no ataque ao navio inimigo.

A formação estratégica de bombardeiros de longo alcance objetivando destruir centros urbanos e industriais do adversário era considerada plausível e praticável, pois parecia forçar os limites da capacidade de o inimigo manter a guerra.

Davies (2009) afirma que os aviões progrediam em tamanho e autonomia para transportar mais tropas e carga útil. Os aviões de combate ganharam maior velocidade e eram utilizados para implantar o terror em massa entre os civis (RAF, no Iraque em 1920 e LUFTWAFFE em Guernica, em 1937).

O poderio ocidental se ampliou com o ingresso dos Estados Unidos e seus bombardeiros (B-17) em conjunto com os da RAF, dizimando cidades alemãs. Um Reide de mil bombardeiros (31/5/1942) devastou Colônia em 2 horas. A cidade e o porto de Hamburgo (27/8/43) foram incendiados, deixando 43.000 mortos e 1 milhão de desabrigados. Um ataque da USAF a Berlim matou 25.000 pessoas (03/02/1945). Duas semanas após, ataques conjuntos da USAF/RAF, dizimaram Dresden e 60.000 pessoas morreram *sem qualquer propósito militar* (grifo nosso).

Segundo Davies (2009) mesmo diante de tanta destruição a Alemanha, em 1942 lançou o primeiro míssil de longo alcance que se conhece, a V-1⁹, ou *Vergeltunswaffen* (armas da vingança) um monoplano não tripulado levando uma ogiva explosiva de 1 tonelada, a uma velocidade de 560 km/h. A Alemanha disparou mais de 15.000 desses artefatos entre junho de 1944 e maio de 1945, sendo que 9.000 deles atingiram os alvos (Londres e Antuérpia, principalmente).

O V-2¹⁰, um verdadeiro foguete de combustível líquido, com velocidade supersônica, e com a mesma carga em bomba, mas voando a 80 quilômetros de altitude era inatingível às defesas antiaéreas. Foram lançados 5000 deles no mesmo período. Nem USA e nem a Grã-Bretanha possuíam tal poderio que só não resultou num reverso nos rumos da guerra, porque Hitler, de acordo com Davies (2009), não tinha interesse nesse tipo de estratégia de emprego.

Para Davies (2009) ciência, tecnologia, indústria e engenharia constituíram e constituem o aspecto vital da “guerra total” na era moderna. Lembrando que ao término da segunda guerra as grandes potências, USA e URSS, “repartiram” os cientistas alemães, sendo através deles que ambos desenvolveram vários programas de ciência de ponta, como a aeroespacial, a computacional, a biotecnológica e nanotecnologia e a do domínio da energia nuclear, citando apenas algumas.

O ápice da tecnologia produzida na II Guerra Mundial foi a produção da bomba atômica, numa cooperação anglo-americana de 2 bilhões de dólares, batizada de Projeto Manhattan, erroneamente baseada em subterfúgios criados da ficção de que a Alemanha a estaria desenvolvendo. A idéia surgiu de um acordo militar-científico em que um físico nuclear, amigo de Einstein, convenceu-o a escrever uma carta para o Presidente dos Estados Unidos, relatando sobre os progressos dos alemães na área de fissão nuclear e aconselhando-o a implantar pesquisa nesse sentido. Os alemães não tinham a bomba atômica e nem a desenvolviam. Tudo não passou de um embuste (DAVIES, 2009).

⁹ Cf. Glossário

¹⁰ Cf. Glossário

Da primeira Guerra Mundial até o final da segunda Guerra Mundial, firmaram-se muitos avanços tecnológicos que fizeram a evolução da arma aérea e também abriram caminho para a sua independência das demais forças. Com certeza as Forças Aéreas de países desenvolvidos são hoje dotadas de capacidade de ataque e defesa, além de grande letalidade com precisão, este último um atributo a se adicionar aos já conhecidos e consagrados pelo emprego da arma aérea.

A tecnologia se expande em favor de letalidade, precisão, inteligência, vigilância e reconhecimento, tornando as Forças Aéreas organizações onerosas, dependentes e produtoras de tecnologia, com investimentos necessários não só em aeronaves, mas também em segurança, manutenção, armamento, pessoal especializado, muita pesquisa e desenvolvimento.

Os quadros a seguir reúnem uma série de avanços tecnológicos mais importantes ocorridos desde 1908 a 1945. É interessante notar as diferenças existentes nos avanços tecnológicos, quantitativa e qualitativamente em relação à linha do tempo.

Aeronaves não ficaram apenas mais velozes, mais seguras, mais equipadas com aparelhos que ofereciam meios para obter precisão, mas os armamentos que elas carregavam foram sinergicamente construídos para que a letalidade estivesse atrelada também à precisão, culminando com o lançamento da bomba atômica. Artefato bélico que modificou paradigmas e conceitos de guerra, com um novo elemento de forte apelo racional, que é a dissuasão.

É possível também verificar a evolução técnica da aviação, através da quantidade e crescente qualidade dos avanços tecnológicos, separando-os por períodos, tais como antes e durante a I Guerra Mundial (julho 1914 a novembro, 1918), o entre-guerras (1919 a 1939) período marcado pela Grande Depressão que associada a graves tensões políticas, estimulou a ascensão de regimes totalitários na Europa. Na Alemanha, principalmente, por ter sido subjugada pelo Tratado de Versailles, fazendo florescer o Nazismo. Na Itália nasce o Fascismo.

Em setembro de 1939 inicia-se a II Guerra Mundial, que durou até setembro de 1945. Os colapsos que motivaram o II grande confronto mundial tiveram origem a partir de razões políticos e econômicos.

O Quadro 2.8.1.1 apresenta algumas das tecnologias que começaram a ser implantadas nas aeronaves e em favor da aviação, antes e durante a I Guerra Mundial.

Ano	Avanço tecnológico alcançado	Tipo de contribuição
1908	Bleriot constrói monoplane	AERONAVE
1908	construído primeiro túnel de vento	TECNOLOGIA
1914	Flaps são introduzidos no biplano inglês S.E.-4	AERONAVE
1915	Junkers projeta Junkers J-1, todo de aço, monoplane de asa	AERONAVE
1917	construído o trem de pouso retrátil	AERONAVE
1917	fabrica inglesa constrói e testa hélice que varia ângulo	AERONAVE
1918	bombardeio alemão R-30 e o primeiro multi-motor a voar	AERONAVE

QUADRO 2.8.1.1 Destaques de avanços tecnológicos que impulsionaram Forças Aéreas em favor de mais efetividade, mais letalidade e mais precisão antes e durante a I Guerra Mundial. (Rocha, M. 2010)

O Quadro 2.8.1.2 apresenta as tecnologias que foram desenvolvidas na aviação no período entre-guerras.

Ano	Avanço tecnológico alcançado	Tipo de contribuição
1920	Dayton-Wright RB-1 é construído com trem de pouso	AERONAVE
1921	aeronave DB-1 construída de metal é liberada para Army	AERONAVE
1923	primeiro teste de reabastecimento em vôo é realizado	TECNOLOGIA
1923	Glenn Martin produz primeira aeronave toda de metal para	AERONAVE
1923	produzida a primeira aeronave comercial totalmente de	AERONAVE
1925	projetado sistema que usa motor elétrico para variar ângulo	AERONAVE
1925	NACA constrói túnel de vento grande o suficiente para	TECNOLOGIA
1926	comunicação ar-solo tem início	TECNOLOGIA
1927	primeiro simulador de aviação	TECNOLOGIA
1928	1º transmissor/receptor produção massa	TECNOLOGIA
1929	introduzido horizonte artificial, operado com princípios do	AERONAVE
1929	início da rádio navegação	AERONAVE
1929	Doolittle realiza primeiro vôo por instrumentos	AERONAVE
1929	Aeronaves são fabricadas com metal tão leve como a	AERONAVE
1930	primeiro aeroporto equipado com controle radio	TECNOLOGIA
1930	Hamilton-standart inicia venda de hélices de 2 posições	AERONAVE
1934	adotado sistema de pouso por instrumentos	TECNOLOGIA
1934	Page desenvolve o radar para detectar aeronaves	TECNOLOGIA
1936	US army inicia projeto de uma radar	TECNOLOGIA

QUADRO 2.8.1.2 Destaques de avanços tecnológicos que impulsionaram Forças Aéreas em favor de mais efetividade, mais letalidade e mais precisão no entre-guerras. (Rocha, M. 2010).

O Quadro 2.8.1.3 apresenta algumas das mais importantes tecnologias e eventos que favoreceram a aviação e o Poder Aéreo.

Ano	Avanço tecnológico alcançado	Tipo de contribuição
1939	primeiro voo experimental do He-178 Heinkel, primeira aeronave a jato	AERONAVE
1940	alemães iniciam os trabalhos no A4 (V-2) – míssil balístico	TECNOLOGIA
1940	radar de solo Wirzburg alemão – operacional	TECNOLOGIA APOIO
1942	US Army Air Force maior autonomia	TECNOLOGIA
1942	Caça Messerschmitt 262 – protótipo de caça a jato – faz primeiro voo	AERONAVE
1942	Bombardeiro B-29 Superfortress faz primeiro voo	AERONAVE
1942	V2: é o primeiro veículo a quebrar a barreira do som	TECNOLOGIA
1943	Primeira bomba V-1 atinge Londres	TECNOLOGIA
1944	P-51 Mustang realiza primeiro voo – caça de longo alcance	AERONAVE
1944	Primeiro V-2 é lançado contra alvos aliados	TECNOLOGIA
1945	USA lança bomba atômica sobre o Japão	TECNOLOGIA

QUADRO 2.8.1.3 Destaques de avanços tecnológicos que impulsionaram Forças Aéreas em favor de mais efetividade, mais letalidade e mais precisão na II Guerra Mundial (Rocha, M. 2010)

2.8.2 O emprego da força aérea no Brasil: breve histórico e perspectivas

Segundo Motta (2001) as condicionantes do emprego do Poder Aéreo em qualquer país, estão em função de: i) posição do país, no contexto das nações, ii) tecnologia disponível, podendo ser própria ou de terceiros, em dado momento, iii) formação e mentalidade dos componentes da Força Aérea de cada país.

A evolução da concepção de emprego da Força Aérea Brasileira foi se modificando ao longo de sessenta anos, partindo dos anos 40, de uma visão aerotática, ou seja, defensiva, com missões de patrulhamento aéreo das costas Brasileiras, sem esquecer do envio do 1º grupo de Caça acantonado na Itália, na II Guerra Mundial, chegando, segundo Motta (2001) nas décadas de 80 e 90 já com uma concepção voltada progressivamente para a visão aeroestratégica.

Mais especificamente, de acordo com Motta (2001) com aeronaves A-1 (AMX)¹¹, utilizadas juntamente com os T-27, ingressam num contexto estratégico contra o narcotráfico, contrabandos, e delineando em 2000 os mapas de hipóteses de conflito no cenário Latino Americano. Aparece mais claramente a demanda por aviação de combate.

¹¹ Cf. Glossário

Vale lembrar que o emprego estratégico, é compreendido por Motta (2001) como uso dos meios aéreos com vistas a reduzir e se possível aniquilar a capacidade de o inimigo fazer guerra.

O pensamento sobre Poder Aéreo da nação culminou nos últimos anos com o projeto F-X2¹² que prevê a aquisição de aeronaves de combate multimissão para substituir a primeira linha de combate ao longo dos próximos 25 anos.

Segundo Loch (2008) a Força Aérea Brasileira está em excelente posição para especificar e definir as características dessa nova aeronave, cuja missão será a de defender o território aéreo nacional e prover confiável capacidade dissuasória ao país.

De acordo com Loch (2008) existem cinco fatores que podem nortear a aquisição de aeronaves desse tipo. O primeiro dos cinco é o fator geopolítico, considerando que os aviões de combate são hoje, os primeiros vetores utilizados por países quando os esforços na área política e diplomática falham. Um jato de combate é o primeiro a chegar à área de disputa pronto para agir segundo a estratégia formulada.

O segundo fator diz respeito à operacionalidade, ou seja, a adequação de um vetor à máquina total de guerra que o país possui. Assim as aeronaves de combate devem operar de forma harmônica e eficiente com um sistema integrado de armas, comunicação e rastreamento, em conjunto com forças terrestres e marítimas, se for o caso.

O terceiro fator é econômico, ou seja, os custos relativos prevêm não só à aquisição da aeronave, mas todo o sistema de manutenção, treinamento, e integração de sistemas de armas. Não se pode e não se deve dar-se ao luxo de adquirir, por motivos políticos, uma “rainha de hangar”, que significa alto custo operacional de manutenção e sistemas de armas e radares que tornam a aeronave inadequada para uso imediato.

O quarto fator é o momento político mundial para que o país lance mão de grande investimento financeiro em tempos considerados de paz. Com certeza, projetos nas áreas sociais aguardam recursos, mas esses não podem vir daqueles alocados para a reequipagem de uma competente força aérea. Mesmo porque, de acordo com Loch (2008) uma aviação de combate bem preparada pode dissuadir o inimigo de continuar sua campanha pró-conflito, optando pelo meio político e diplomático, poupando ambos do pior de todos os desembolsos financeiros e humanos, a guerra.

A nação ao se mostrar despreparada torna-se convidativa para agressores, sejam eles, narcotraficantes, contrabandistas de riquezas e de idéias de nações e inimigos, que objetivam

¹² Cf. Glossário

desmantelar a cultura, a ocupação e coesão de um povo, minando fronteiras de todas as espécies. Trata-se de uma guerra insidiosa e latente, contra a qual não se pode omitir combate.

Finalmente Loch (2008) aponta o quinto fator que dará acesso às tecnologias que diminuem a vulnerabilidade da nação ao tornar eficazes as possíveis contramedidas. É a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico.

Dependência tecnológica, segundo o referido autor é a maior causa de se deixar frotas no chão sem que seja necessário alguém disparar um tiro. Não se pode depender de um fornecedor de peças, armas, ou outro equipamento qualquer que adie ou tire de combate uma frota aérea. A tecnologia deve ser cada vez mais nacional.

Loch (2008) afirma que toda Força Aérea está fundamentada em sua capacidade de combate num sistema que objetiva maximizar a letalidade de seus principais vetores de defesa aérea. Segundo o autor o Brasil conta com aeronaves que fazem controle e alarme em vôo e são capazes de realizar ótima cobertura de radar do espaço aéreo nacional. Se um caça moderno operar como parte desse sistema será eficiente para garantir a defesa contra adversários sofisticados.

Uma Força Aérea moderna funciona de forma sistêmica, ou seja, existem nos bastidores peças importantes que devem ser consideradas nesse complexo sistema para garantir a letalidade de um combate. Isso inclui uma rede de radares e outros sensores de detecção, equipamentos e redes de comunicação, armamento antiaéreo, bases preparadas para apoiar aeronaves em operação, aviões radar de alerta e controle em vôo, aeronaves reabastecedoras, aviões de patrulha marítima, helicópteros de busca e salvamento, vetores de reconhecimento e finalmente aeronaves de caça de ataque leve ou pesado (LOCH, 2008).

Atualmente o programa FX-2 pretende um reaparelhamento da FAB com as aeronaves de caça multimissão, para defesa aérea, ataque e reconhecimento. As candidatas finalistas a serem escolhidas para o posto de aeronave de combate multimissão da FAB são: Boeing F18 E/F “Super Hornet”, Saab Gripe NG, e Dassault Rafale F-3. Espera-se que o martelo recaia sobre aquela que maior benefício ofereça à Força Aérea, no ar e na terra, na guerra ou na paz, bem como traga consigo a tecnologia, que tornará a nação, cada vez mais aparelhada para desenvolver-se na área de defesa e aplicações duais.

Há também a tecnologia dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) que tem sido desenvolvida em redutos de pesquisas tecnológicas, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) que em parceria com empresas privadas, universidades e empresas regionais pretende atender à necessidades das mais diversas, tais como vigilância das fronteiras territoriais, no âmbito militar e nas empresas privadas, vigilância sobre a rede de

transmissão elétrica, tipo de plantio de grandes lavouras e a presença de pragas biológicas na plantação.

A Força Aérea Brasileira estuda o investimento em VANT e para isso está compondo uma doutrina de emprego para a aeronave, esse fator é de grande importância dado que tal veículo se presta, com bastante eficiência, a vigilância do território nacional.

2.8.3 Ciência & Tecnologia e o poder aéreo estão integral e sinergicamente relacionados

É a ciência que comanda. A ciência é um ditador, queiramos ou não. A ciência funciona à frente dos assuntos políticos e militares. A ciência aperfeiçoa situações novas a que as instituições têm de se adaptar. Mantenhamos intacta a nossa ciência. Gen. Carl M. Spaatz¹³ (MEILINGER, 1996, p. 13).

O título faz menção à nona das dez proposições de Meilinger (1996) para o Poder Aéreo, encomendadas a ele pelo Tenente-General Michael Dugan, Sub-chefe de Planejamento e Operações da United States Air Force (USAF).

Meilinger (1996) se baseou no estudo dos trabalhos dos teóricos do poder aéreo, Douhet, Trenchard, Mitchell, Slessor, Alexander Seversky e Warden (estes últimos, oficiais da Escola Tática do Corpo Aéreo – ACTS). Segundo o pesquisador esses teóricos, ainda que em épocas, lugares e circunstâncias diferentes aplicaram-se a observar e a aprimorar princípios, regras, preceitos e lições que pareciam abrangentes. A partir desses estudos Meilinger (1996) faz dez proposições para o Poder Aéreo. Contudo, no século XXI já é possível vislumbrar nova realidade que comporta outra gramática e novos sistemas que elevam o Poder Aéreo a Poder Aeroespacial.

A tecnologia parece ser a mãe do emprego, pois tem produzido inúmeras inovações e desenvolvido sua visão e uso da multidisciplinaridade, paradigma que proporcionou grandes e rápidos avanços na tecnologia de uso dual.

Para o Exército dos Estados Unidos, segundo Meilinger (1996) o homem é a peça mais importante e dominante na guerra em comparação à tecnologia, pensamento não

¹³ Primeiro U.S Air Force Chief of Staff, 1947

compartilhado totalmente pelo comando da Força Aérea Norte-Americana, uma vez, que indubitavelmente o “Poder aéreo é o resultado da tecnologia” (MEILINGER, 1996, p. 14).

De forma comparativa se sabe que o homem pode com as mãos e implementos simples lutar e navegar usando o vento, no entanto, segundo o autor, o vôo exige tecnologia que foi sendo cada vez mais empregada e desenvolvida com a rapidez da demanda de uma Força Aérea e dos tipos de conflitos que se apresentavam.

Segundo Meilinger (1996) desde que o aeroplano foi desenvolvido, muitos teóricos da guerra viam a possibilidade da criação de uma arma aérea, utilizando tais artefatos nas batalhas, sendo que em 1911 os aviões foram utilizados na guerra da Itália contra a Turquia e efetivamente foram realizadas missões de observação, defesa aérea, transporte, ataque ao solo e até bombardeio.

Pode-se dizer que o Poder Aéreo prescindiu do desenvolvimento de conhecimentos na área da aerodinâmica, da eletrônica, metalurgia e tecnologia de computadores e ultimamente de satélites, para corresponder aos atributos de uma Força Aérea, que segundo Meilinger (1996) são os seguintes:

1. Alcance: voar mais longe
2. Velocidade: voar mais rápido
3. Altitude: voar mais alto
4. Letalidade: poder de fogo concentrado dirigido a pontos específicos no teatro de operações.
5. Precisão: ataques são efetivos com poucos centímetros dos alvos.
6. Flexibilidade: rapidez do emprego das armas em missões diversificadas em lugares diferentes.

Para o Poder Aeroespacial pode-se somar os atributos de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance - ISR) que se somam a comando e controle (C2) e mais Comunicações e computadores, chega-se na visão atual (C4ISR).

A tecnologia aplicou-se progressivamente a dirimir algumas limitações do Poder Aéreo tornando seus atributos sustentáveis, ao resolver alguns entraves, tais como: o reabastecimento de aeronaves que antes deveriam aterrissar e, ao fazê-lo tornavam-se vulneráveis. O reabastecimento em vôo foi um ganho tecnológico importante que influenciou no alcance, na velocidade, na altitude e na flexibilidade.

O problema do remuniciamento, realizado normalmente no solo, faz da aeronave um alvo vulnerável. Hoje a quantidade de aeronaves numa missão não é tão volumosa como na II

Guerra Mundial, mas os armamentos são mais precisos e variados numa aeronave de combate. Esse fato afeta o atributo da letalidade e flexibilidade, bem como de alcance e velocidade, dependendo da aeronave e o emprego no teatro de operações, sendo que os ataques podem ser feitos em paralelo.

Antes a baixa persistência do ataque aéreo, tão criticada pelos que não lhe conferiam importância no cenário de guerra, fundamentava-se na efemeridade de suas participações, limitadas pela autonomia de voo e uso de armamento. Segundo Clodfelter (2009) o uso de petróleo que é cada vez mais caro estimulou pesquisas e tecnologia de uma mistura de querosene sintético, derivado do gás natural, que segundo o autor influenciará, com certeza, na eficiência das aeronaves, contemplando os atributos de maior alcance, com maior velocidade.

Vôos noturnos e em condições climáticas adversas, tecnologicamente foram beneficiados já na II Guerra Mundial, quando se desenvolveram instrumentos que orientavam o piloto em vôos “cegos” ou “quase cegos”. O voo por instrumentos é uma realidade hoje, principalmente com a utilização da tecnologia computacional e do sistema de posicionamento global (GPS).

Na II Guerra Mundial a Força Aérea Norte Americana já utilizou, numa operação de ataque a instalações militares alemãs, tecnologia de controle remoto com visualização através de câmeras. Foram os aviões-bomba, um deles tendo explodido antes de alcançar seu alvo, matando os dois tripulantes, um deles Joseph P. Kennedy Jr., em 1944.

A nova tecnologia Aeroespacial aplicada pela USAF descentraliza a ação o que diminui bastante as restrições de ordem política que determinavam onde, quando e com que finalidade as aeronaves voariam. Com sistemas avançados de sensoriamento global, as ações políticas são imediatas para poderem dar conta das ameaças à soberania e defender o Estado de ataques inimigos, sejam eles físicos ou virtuais (PHISTER; PLONISH, 2004).

Aeronaves não podiam ocupar e manter o terreno, pois seriam necessárias forças de superfície. Isso ainda é uma realidade, mas é o ponto em que a Força Aérea atua num sistema de parceria (joint fighter system-JFS) com o exército e a marinha, mesmo porque a singularidade de suas virtudes não lhe confere total independência.

Meilinger (1996) lembra que a Força Aérea dos EUA e da Grã-Bretanha queriam ser independentes e não mais subordinadas aos comandantes de superfície. Adverte, no entanto, que independência não equivale a singularidade, pois guerras são complexas, utilizando muitas e variadas armas.

Um conflito, dependendo de sua característica, poderá exibir a predominância de uma arma sobre outra. A diferença está na natureza do inimigo e o tipo de guerra e os objetivos a serem alcançados. Numa guerra o povo tem um preço a pagar e isso poderá definir o tipo de instrumentos a serem utilizados (MEILINGER, 1996).

O que se sabe em relação à efetividade tecnológica, segundo Beason e Lewis (2005) diz respeito à diminuição da densidade de combatentes por quilometro quadrado, se comparada à I e II Guerra Mundial, no entanto seu poder de fogo é muito maior com a introdução de armas de precisão.

O alcance de uma lança foi suplantado por arco e flecha, que foi ampliado por uma bala, que teve seu alcance ampliado pelaas granadas, depois para a tecnologia de mísseis. Mísseis hipersônicos cobrem centenas de milhas em minutos e permitem estender o alcance do inimigo para além das fronteiras nacionais (BEASON; LEWIS, 2005).

A dimensão humana é objetivamente contemplada através dos avanços tecnológicos, principalmente no que tange à população civil. Na II Guerra atacar uma fábrica alemã de 200.000 pés quadrados, exigia um esquadrão de 108 bombardeiros B-17, que transportavam 1080 homens e 648 bombas, além de 100 caças para escoltá-los, para obter 96% de probabilidade de acerto. O padrão de perdas ficava próximo a 15 bombardeiros e seus 150 tripulantes (BEASON; LEWIS, 2005).

A mesma missão na atualidade exigiria um bombardeiro de ataque furtivo (stealth) F-117, que lançaria 2 bombas guadas de precisão, ou um míssil de cruzeiro. Até 2006 só havia sido perdido um F-117 (BEASON; LEWIS, 2005).

Não há dúvida de que os Estados Unidos, principalmente após a II Guerra Mundial, alcançou um domínio até o momento inigualável. Na verdade detém a Superioridade Aeroespacial.

Em relatório para o governo a Rand Corporation descobriu que os EUA têm mais F-15 em carga do que o resto do mundo, com exceção da Rússia e dos aliados dos EUA (MEILINGER, 1996).

Uma Força Aérea exige um alto nível de investimento tecnológico, sendo mais provável que isso aconteça em países mais ricos e desenvolvidos e, ao que se sabe até o momento, nenhum país parece fazer frente aos EUA na questão tecnológica de Inteligência, vigilância e reconhecimento, além da comunicação (hoje, C4ISR, Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance - comando, controle, comunicações, computadores, inteligência, vigilância e reconhecimento), isso o

torna o único país que poderá projetar poder globalmente (PHISTER; PLONISCH, 2004; MEILINGER, 1996) embora possa ser ameaçado pela China.

O Departamento de defesa (DoD) dos EUA aconselha que o país deve manter cautela sem muita complacência em relação ao desenvolvimento de tecnologias sensíveis, em relação aos países da Europa e da Ásia, com destaque para a China, pois a tal superioridade Norte-Americana pode estar diminuindo à medida que esses blocos aplicam mais de seu orçamento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que gera progresso científico e tecnológico em prol dos assuntos de defesa e conseqüentemente do Poder Aéreo.

Revoluções tecnológicas que antecederam a que, segundo Warden (*apud* MEILINGER, 1996) hoje acontece, não foram tão impactantes sobre o poder aeroespacial, quanto a que trouxe em sua esteira o desenvolvimento dos computadores, de armas de baixa detectabilidade e de sistemas informacionais de alta tecnologia, utilizando-se das últimas técnicas desenvolvidas pela nanotecnologia e física quântica.

Longo (2009) relata que em 2001 o então presidente dos USA, G.W. Bush expediu uma diretriz presidencial de segurança do país, que entre outros, proibia estudantes estrangeiros de receber informações e educação em tecnologias sensíveis.

Um instrumento chamado de Technological Alert List (TAL), estruturada no tempo da Guerra Fria, com objetivo de ajudar a manter a superioridade da Organização do tratado do Atlântico Norte (OTAN) sobre o Pacto de Varsóvia, estrutura pertencente à União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e seus aliados do leste Europeu.

O TAL cobre importantes áreas que fazem parte do paradigma atual de desenvolvimento científico e tecnológico e se aplica com ênfase sobre a aeronáutica e o espaço (LONGO, 2009).

As pesquisas científicas e tecnológicas e as inovações são, nos USA, em sua maioria, financiadas pelo Pentágono e não raro seus cientistas acabam recebendo os prêmios Nobel em várias categorias. Uma das últimas citadas por Longo (2009) são pesquisas ligadas à obtenção de nanocircuitos voltados a ampliar a capacidade de armazenamento de dados, que poderá se tornar importante para os sistemas de imagens disponíveis em diferentes plataformas para a Força Aérea.

Nota-se que cercear informações na área de tecnologias de última geração, acaba tendo implicação na política internacional e que o financiamento das pesquisas, sejam elas básicas ou aplicadas mostram a estreita relação existente entre o desenvolvimento científico e tecnológico com a Defesa Nacional (LONGO, 2009).

A ciência fez um longo percurso no tempo produzindo conhecimentos, inicialmente mais preocupada em responder as questões relativas ao entendimento da natureza e depois progressivamente migrando boa parcela de seu interesse para explicar o conhecimento dos processos que empregavam máquinas e produtos criados pelo humano. A tecnologia vem, a partir do século XIX, segundo Longo (2009) fazer mais uso do conhecimento científico nas áreas químicas e de produção de eletricidade, emprestando da ciência, o método científico.

Todavia se sabe que ciência e tecnologia estavam imersas nas ações militares, bem antes do início da I Guerra Mundial. O que na verdade se vê progressivamente acontecer é o engajamento de cientistas nos esforços de guerra.

Desde então grupos de cientistas trabalhavam no desenvolvimento de novos aviões no Instituto da Aeronáutica Real. Não só aviões foram produzidos, mas todos os demais itens necessários para compor um sistema completo de guerra, como explosivos de alta potência e gases venenosos. A I Guerra Mundial foi chamada de “guerra dos químicos”, mas também exibiu o uso de aeronaves no teatro de operações. (LONGO, 2009).

Ao término da I Guerra Mundial a capacidade de produzir ciência e tecnologia foi menosprezada por alguns governos, com exceção da Alemanha e da Rússia, que devido ao crescimento de movimentos nacionalistas e ideológicos, estimularam o povo na participação em favor de esforços de desenvolvimento da nação e de material bélico. Como se sabe, a paixão move a guerra. A necessidade e humilhação levantam povos famintos para realizarem um sonho de poder.

Na Alemanha a preocupação com pesquisa e desenvolvimento tecnológico contou com a criação de forte organização pró-guerra, trabalhando com cientistas de alto gabarito, além de explorarem as universidades e a capacidade industrial da nação (Kupp, Siemens, a IBM, nos USA, entre outras) que foi grandemente ampliada. Já nessa época, entre guerras, a Alemanha instalou um centro de pesquisa de foguetes de longo alcance. De lá saíram os cientistas que impulsionaram os programas espaciais dos USA e da URSS.

A intervenção do Estado, segundo Longo (2009) através de financiamentos e de projetos e experimentos, promoveu o desenvolvimento de indústrias, institutos de pesquisa e universidades, com o objetivo de melhorar a tecnologia existente e responder às demandas criadas depois pela II Guerra Mundial. Essas nações e mais os USA, França e a Inglaterra, desenvolveram seu parque tecnológico nacional e projetos audaciosos, como por exemplo, o Projeto Manhattan (USA), responsável pela criação da bomba atômica.

Durante a II Guerra Mundial se viu um grande salto tecnológico que foi tão amplo quanto rápido para responder às necessidades de guerra. A aviação desenvolveu-se de forma

ímpar durante esse período, beneficiada por várias tecnologias diretamente aplicadas aos projetos de aeronaves, como a projetos que apoiavam o esforço aéreo, entre eles, o radar, o porta-aviões, as comunicações. Projetos extremamente modernos para a época foram precursores de alguns que hoje existem, tanto em desenho, como no emprego efetivo.

Um exemplo que merece ser lembrado é a aeronave ME-163, o “Komet” da Alemanha, criado a partir de um planador, e se tornou, pelo desenvolvimento de tecnologia de propulsão líquida uma aeronave de alta potência, que foi utilizada em algumas investidas contra bombardeiros dos aliados, fazendo algumas baixas (LONGO, 2009).

Porém o projeto foi abandonado, uma vez que a tecnologia de propulsão líquida era instável e fazia muitas vítimas entre os próprios pilotos da Luftwaffe. Posteriormente a propulsão por combustível líquido combinado, foi retomada tanto na URSS, quanto nos EUA, nos programas espaciais. Os desenhos do ME-163 e do Horten H-1 (asa voadora) emprestaram suas idéias para a construção do B-52, bombardeiro de tecnologia furtiva (stealth), que é um projeto “asa”.

De acordo com Longo (2009) no pós-guerra ficou patente que a capacidade científica e tecnológica passou a ser um grande ordenador mundial do poder, no que tange aos aspectos políticos, econômicos e militares. Países mais desenvolvidos colocaram a ciência e a tecnologia como ponto político central, ampliando investimentos do Estado no seu desenvolvimento, preocupando-se com a educação, criando institutos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e Ciência, tecnologia e inovação (C&T&I).

Exemplo clássico foi da criação do National Research Foundation (NRF), que passou, em 1950 a ser o National Science Foundation (NSF).

Vê-se que o Estado, nos países desenvolvidos percebeu a importância político-estratégica da ciência, tecnologia e informação, desde logo após a segunda guerra. O que se viu foi a importância de estabelecer uma Política Pública de Ciência (SPP), que nos USA foi sugerida pelo Conselho de Pesquisa Científica do Presidente (PSRB).

A partir desse momento histórico foram criados Institutos de pesquisa pura e aplicada, tais como o National Institute of Health (NIH), Atomic Energy Commission (AEC) e na década de 50-60 institutos de incentivo a estudos para responder às demandas da Guerra Fria, exemplo clássico, a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e a Defense Advanced Research Project Agency (DARPA), portanto já voltados à defesa e poder aeroespacial da nação.

No Brasil, segundo Longo (2009) foi criado em 1951 o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e em 1956 a Comissão de Energia Nuclear (CNEN), subordinados à presidência da república.

2.8.4 Aceleração tecnológica: ciência, globalização e poder

Para Schwartz (1992) a ciência e a criação, na verdade fazem transformações do que já existia, descortinando alguma variável invisível, ou por escassez de conhecimento histórico e limitações tecnológicas, ou ainda, por limitações de perspectivas cognitivas daqueles que fazem ciência. Cada novo paradigma instalado, na verdade não substitui totalmente o anterior, mas instala um novo olhar.

Segundo Schwartz (1992) ciência não é busca da verdade, mesmo porque a mutabilidade do conhecimento interdita dizer que assunto esgotou-se e a verdade é a que se apresenta. A ciência busca o entendimento dos fenômenos e, é com mais rapidez, que se acumulam perguntas para serem respondidas sobre os mais diversos fenômenos, sejam eles naturais ou aqueles criados pela necessidade da humanidade.

Um novo olhar sobre o fenômeno é o que oferece, num sentido mais amplo, um novo conjunto de pressupostos que podem estruturar e direcionar o pensamento de cada época. Kuhn (2003) discutindo sobre o surgimento constante de novos pressupostos para explicar fenômenos, cria o que ele chama de paradigma, conceituado como um conglomerado de opiniões, de métodos e de valores, compartilhados por membros de uma sociedade, que dão origem a um sistema disciplinado e disciplinador, orientando e organizando as relações dessa sociedade entre si e com o meio ambiente.

Vive-se atualmente num mundo altamente dinâmico com inúmeras mutações socioculturais, econômicas e geopolíticas que apresentam como única certeza, a incerteza e a surpresa diante mudanças de cenários, que deixam estimativas da conjuntura, não raro, desqualificadas pela rapidez e pela amplitude global da abrangência e da fluidez, para não dizer liquidez dos eventos, de acordo com Bauman (2007).

Novas tecnologias, segundo Longo (2009) podem sempre ser produzidas por estímulos do capital produtivo sem que estes sejam desejados ou requisitados pela sociedade. O capital produtivo produz para que a sociedade consuma.

Tal fenômeno traz alterações ambientais e comportamentais com a entrada contínua de inovações tecnológicas que são difíceis de serem gerenciadas, de acordo com Longo (2009), até mesmo pelos governos, e outras instituições sociais atuantes, como as religiosas, as políticas, as forças armadas, empresariais e as educacionais.

Ao se estabelecer um descompasso entre a realidade criada pela introdução de novas tecnologias e capacidade de adaptação do cidadão acontece o chamado “hiato gerencial”. É certo que as novas tecnologias parecem alterar hábitos, valores e prioridades e até mesmo a visão que o homem tem de si mesmo.

O preparo das ações estratégicas deve levar em conta análises que considerem o ambiente externo (estratégia), o ambiente interno (capacidade da Força), uma análise do poder relativo com elaboração de possíveis cenários (ROCHA, 2006).

Pode acontecer que as forças armadas, quando confrontadas com alguma situação adversa que exija sua intervenção para a manutenção da ordem e da garantia da soberania da nação, transforme-se numa “empresa” de gastos excepcionais, advindos de uma deficiência de planejamento estratégico, de gestores não preparados para o contexto de urgência e de líderes que se perdem diante da necessidade de explorar o potencial humano e tecnológico que lhe pertence em seu mais alto grau de eficiência e poder (HIGHMAN; PARILLO 2008) .

A falha está em não manter um fluxo contínuo de conhecimento e de pesquisa, servindo-se da inquietação científica de seu pessoal. O poder vem na esteira desse fluxo contínuo de desenvolvimento do conhecimento e de tecnologia, garantidos através do estímulo e enriquecimento do capital humano.

Observar, analisar e teorizar são as ações possíveis para construir um mundo diferente e melhor, segundo Castells (2006). Ele acredita que não se oferece respostas, pois elas são específicas de cada sociedade e também das descobertas realizadas pelos próprios agentes sociais, mas deixa claro que as perguntas devem ser sempre pertinentes. Portanto continuar perguntando e buscando respostas traz a evolução.

A tecnologia deve ser levada a sério, sendo utilizada como ponto de partida para investigação. Importante localizar o processo de transformação tecnológica que possa revolucionar o contexto social para a qual está sendo desenvolvida. A busca de identidade parece ser, para Castells (2006) a mais poderosa das aquisições, muito mais até que as transformações econômicas e tecnológicas que registram a história da sociedade.

Novas tecnologias de convergência de dados na área de informação e comunicação modificam a convivência social, as novas abordagens educacionais, as novas práticas médicas

e profissionais de forma geral, exigindo que a atualização seja contínua e esteja ao alcance de todos, conhecida como inclusão sóciotécnica.

Contemporaneamente o fenômeno da globalização assume seu lugar de importância como um novo elemento ambiental e de alta complexidade para a ciência e a tecnologia. Surge nesse novo mundo um capital que se descobre de grande relevância para o crescimento, desenvolvimento e progresso, seja de uma organização científica, uma organização industrial, uma organização política e econômica, ou ainda uma organização militar.

Este novo elemento é o capital humano, conceituado como aquele que carrega em si, não só a força do trabalho, como muitos querem atribuir, mas a força do conhecimento que produz riquezas de variadas espécies e, através dele, se alcançam as soluções cada vez mais rentáveis, nas diversas formas, tanto para as instituições, como para o indivíduo e sociedade (CRAWFORD, 1994).

Através do gerenciamento desse capital de conhecimentos é que se pode abordar a Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T&I) através de um novo paradigma produtivo.

Na sociedade pós-moderna pode-se dizer que o conhecimento é seguido quase instantaneamente pela aplicação na forma de tecnologia. Ousa-se dizer que todo o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico sempre tem como pano de fundo a concepção política de poder e de soberania, embora permeada totalmente pelos interesses do capital.

A tecnologia é a sociedade, ou traduz a sociedade que não pode ser compreendida ou representada sem que suas ferramentas tecnológicas sejam conhecidas e estejam disponíveis (CASTELLS, 2006). Na década de 70 um novo paradigma se instala e organiza-se com base na tecnologia da informação. Ora esse novo paradigma, nascido nos Estados Unidos, teve como fator decisivo o financiamento militar. Seguiu-se grande progresso tecnológico que estava, provavelmente, ligado à uma cultura de liberdade, de incentivo à inovação individual e o empreendedorismo que teve seu fluxo original a partir dos campi das universidades Norte-Americanas, na década de 1960.

Houve através dessa tecnologia a interação da economia global e geopolítica mundial que acaba concretizando, enfim, o novo estilo de produção, de comunicação, de gestão e de estilo de vida (CASTELLS, 2006).

O Relatório da CIA (2006, p. 114) dá conta que “os maiores benefícios da globalização irão para países e grupos que podem acessar e adotar novas tecnologias”.

Embora não haja, segundo o relatório, possibilidade da revolução tecnológica beneficiar a todos de forma igualitária, cita um fator de grande influência, como pano de

fundo, que impulsiona o desenvolvimento e disponibilização de tecnologias. Esse fator é o fluxo de cérebros (capital humano e de conhecimento) entre os países em desenvolvimento e as grandes potências.

Entre as criações ou capitalizações do conhecimento estarão novos conceitos e tecnologias para melhoria da qualidade de vida das sociedades, como equipamentos médicos e novas drogas, ciência e tecnologia para o aumento da produção de alimentos, tecnologia para prospecção e exploração de recursos de água potável, mais conhecimento para ampliar as tecnologias de comunicação sem fio, o que dá mobilidade, portabilidade e produção de energia.

Conhecimentos e aplicações tecnológicas nas áreas das ciências biológicas (biotecnologias), e na convergência de tecnologias entre as áreas biológicas, informação, novos materiais e nanotecnologia, aplicadas principalmente na defesa, que segundo o Relatório da CIA (2006) devem revolucionar as dimensões da vida na terra.

Se estimular, investir e gerenciar o capital humano e de conhecimento se torna vital para o crescimento, desenvolvimento, soberania e poder, então investir no que se tem no país, na organização ou instituição, passa a ser uma demanda imperiosa para dominar tecnologias e obter retorno, seja financeiro, seja em poder e soberania. Isso serve de alerta ao Brasil.

Países que não investem em produção de conhecimento científico serão alvos fáceis dos contratos de transferência de tecnologias, normalmente já ultrapassadas, ao invés de adquirir e potencializar suas conquistas tecnológicas investindo em integração e aplicação de novas tecnologias disponíveis globalmente.

Segundo o Relatório da CIA (2006) essas nações deverão ficar de fora na adoção de tecnologias de ponta e são historicamente as que fracassaram em aplicar políticas de estímulo ao conhecimento, deixando de se preocupar e agir efetivamente objetivando bom nível educacional universal e técnico, além das reformas de perspectivas de mercado, que andam na esteira das inovações.

No entanto aqueles que programarem políticas de incentivos para formação, através da educação e captação de recursos de conhecimento, na forma de capital humano, utilizando-se de programas de pós-graduação e institutos de pesquisas, esses devem deter o conhecimento e aplicação das tecnologias sensíveis (sensores), computação, novos materiais, biotecnologia, bioengenharia e comunicação, que serão cada vez mais direcionadas para os setores comerciais e militares, ou então de uso dual.

Os especialistas norte-americanos olham com preocupação para os países asiáticos, de forma especial a China e a Índia, que devem liderar os campos de ciência e tecnologia devido a investimentos realizados na área de pesquisa básica e mais o fato de terem mantido milhares de bolsistas em universidades ocidentais ao longo de muitos anos. É o caso do exemplo de um matemático chinês que trabalhou no desenvolvimento da bomba atômica norte-americana e quando de sua volta a seu país auxiliou diretamente a se tornar uma potência nuclear (RELATÓRIO DA CIA, 2006).

O Relatório da CIA (2006), afirma categoricamente que os Estados Unidos jamais abdicarão da formação e da importação de cérebros, o capital humano e, afirmam disposição estratégica de investir pesadamente, tanto no financiamento da ciência básica do país, como também num melhor ensino de ciências e matemática para sua juventude.

A discussão nos Estados Unidos, nesse momento atual de reformulação estratégica vivida pelo país, não é o que fazer e sim como fazer, para não serem mais surpreendidos, entre outras coisas, como na década de 1950, pelo lançamento do satélite Sputnik, da União Soviética, quando ainda faziam ensaios básicos de vôo, conforme conta a história.

Em 2007 o comandante da Universidade da Aeronáutica, determinou ao Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (Air Force Research Laboratory, AFRL) fazer uma investigação sobre os próximos 10 a 15 anos no futuro da USAF.

As suposições levantadas para compor o cenário, segundo Shaud e Hayden, (2009) vieram do Report of National Intelligence Concil 2020 Projected, Mapping the global future, ou Relatório da CIA (2006). Tais suposições destacaram (a) capacidade para campanhas convencionais buscando soberania, (b) Força Aérea realizando parcerias para obter êxito, (c) a continuidade de ocorrência de guerras longas convencionais e guerras longas irregulares, (d) restrição do orçamento do DoD, (e) incerto apoio público para a segurança nacional.

A Estratégia Nacional de Defesa (END) enuncia ações estratégicas que deverão orientar as ações da Defesa no Brasil e prevê no setor de Ciência e tecnologia o fomento à pesquisa de materiais, equipamentos e sistemas duais que compatibilizem as prioridades científico-tecnológicas com as necessidades do país em relação à defesa.

No campo dos recursos humanos deve promover a valorização da profissão militar de forma compatível com seu papel na sociedade, bem como estimular o recrutamento, a seleção, o desenvolvimento e a permanência do quadro de servidores civis para contribuir com o esforço da defesa.

Na área de ensino, a END pauta-se em promover maior integração e participação dos setores civis governamentais na discussão de temas ligados à defesa, bem como a participação

efetiva da sociedade brasileira, através dos meios acadêmicos, institutos e entidades ligadas à estratégia de defesa.

A END também se propõe a realizar, integrar e coordenar as ações de planejamento, preparo, execução e controle das atividades que envolvam a mobilização e desmobilização nacionais previstas no Sistema Nacional de Mobilização.

Em relação à logística prevê a aceleração do processo de integração entre as três forças, de forma especial nas áreas de tecnologia industrial básica, logística e mobilização, além de comando e controle em operações conjuntas.

Para a indústria de material de defesa a END pretende compatibilizar esforços governamentais para acelerar o crescimento desta com as necessidades da Defesa Nacional.

A END prevê ainda o aperfeiçoamento do Sistema de Inteligência da Defesa, o aperfeiçoamento da doutrina de operações conjuntas, o estímulo de adestramento e de participação das Forças Armadas em operações de paz em conjunto com a Organização das Nações Unidas (ONU), contribuir para a manutenção da estabilidade regional (Sul-Americana), apoio das ações brasileiras na Antártida e incrementar o nível de segurança nacional.

2.8.5 A dissuasão atômica e outras tecnologias para o poder aeroespacial

A morte, a guerra e o tempo são sócios históricos seculares, e uma das características mais surpreendentes do paradigma tecnológico emergente é que essa associação seja fundamentalmente alterada, pelo menos para a guerra das potências dominantes. Na verdade, o advento da tecnologia nuclear e da possibilidade do holocausto planetário teve o efeito paradoxal de cancelar conflitos armados globais de grande escala entre as maiores potências, afastando uma condição que marcou a primeira metade do século XX como o período mais destrutivo e letal da história. (CASTELLS, 2006, p. 547).

O conceito chave da era nuclear é a dissuasão. Antes a idéia era ganhar guerras, desde então, a idéia é evitá-las. Mesmo porque uma guerra hoje, num mundo globalizado poderá provocar um caos planetário, dado a economia virtual e capitalizada, com uma situação geopolítica também virtualizada e Estados apoiando-se mutuamente em defesa do capital.

Um estudo de Brodie (1945 *apud*, PAPE 2004) *The atomic bomb and American Security* marcou a idéia de *dissuasão* como conceito-chave da era nuclear. Ganhar guerras foi substituído por evitar guerras.

Alguns Estados possuem potencial bélico nuclear, outros já possuem, mas não revelam, além das organizações terroristas que podem possuir um artefato nuclear há qualquer momento. Contra isso existem muitas ações de países como USA, Israel, Rússia, entre outros, além de muita tecnologia utilizando inteligência, vigilância e reconhecimento, principalmente através de satélites e de VANTs.

Para Shaud e Hayden (2009) a USAF, dos anos 1945 a 1953, focou-se sobre teorização. Com o endurecimento da guerra fria, o monopólio atômico estava centrado em bombardeiros pesados que requeriam tempo para montagem, faltava-lhes versatilidade e agilidade (imprescindível em ataques atômicos). Trocou-se o paradigma para mísseis balísticos lançados do mar (submarinos da classe Polaris) ou da terra (cilos no deserto).

Mais recentemente chegando até o conflito Árabe-Israelense (67-73) aperfeiçou-se a autonomia, velocidade, capacidade de carga útil e precisão de armas. Ao contrário das épocas anteriores após os episódios atômicos no Japão em 1945, teorizar sobre a guerra aérea virou atividade em si mesma, vários teóricos dos jogos, cientistas do comportamento, economistas, foram estatisticamente orientados.

Em 1954 idéias de uma dissuasão finita, que pregavam o uso de armas nucleares pequenas arremessadas com precisão nos alvos, que no governo Eisenhower ameaçavam de retaliação maciça, foram enfraquecendo e as forças convencionais foram retomando seu lugar, aceleradas no governo Kennedy, com opção pela resposta flexível. Havendo, no entanto, um crescimento de mísseis balísticos intercontinentais (SHAUD; HAYDEN, 2009).

Decisões do presidente Kennedy e do Secretário da defesa, Robert Mac Naamara em 1961 foram consideradas divisores de águas. Tentando a resposta flexível no Vietnã e na crise cubana dos mísseis em outubro de 1962. Segundo Clodfelter (2009) a URSS não desejava mais enfrentar forças superiores nas mãos dos USA.

Importante lembrar que com a capitulação da Alemanha nazista, muitos cientistas alemães foram para a URSS e lá se dedicaram no trabalho com artefatos nucleares, o que colocou a URSS em condições de igualdade nesse tipo de armas com os USA. Aliás, todos os tipos de armamentos foram desenvolvidos, inclusive a aviação militar soviética que produziu aeronaves letais como o Mig, que enfrentaram os USA na guerra da Coréia, Israel na guerra dos 6 dias (Egito) e no Vale de Bekaa, 1983.

Houve uma aceleração importante após a Guerra da Coréia. De acordo com Mac Isaac (2003), os Estados Unidos (USA) tiveram que repensar sua estratégia aérea. E parece ter sido a partir de 1954 com a volta do general Weyland ao Comando Tático do ar, que se iniciou uma grande empreitada em relação ao desenvolvimento de caça-bombardeiros com capacidade nuclear e o desenvolvimento, mais a frente, da tecnologia de invisibilidade ou furtividade ao radar.

No tocante à guerra aérea e espacial envolvendo armas nucleares a idéia parece ter sido deixada de lado após os anos 80, tais como os planos de escudos antimísseis intercontinentais dos USA, da era Reagan, uma vez que nenhuma das potências deseja sofrer o custo de um suposto fracasso mutuamente suicida (CLODFELTER, 2009).

Na década de 1990 o conceito de dissuasão nuclear foi substituído, nos Estados Unidos, adotando o conceito de Alcance Global e Potência Global, transformando a posição da USAF para almejar o conceito de posicionamento mais flexível que lhe permitia movimentar e empregar forças em qualquer parte do globo quando necessário (SHAUD; HAYDEN, 2009).

De acordo com Shaud e Hayden (2009) as propostas foram evoluindo e após o ano 2000 passou à interconexão entre Vigilância Global, Alcance Global e Potência Global.

Tais conceitos envolvem na prática a possibilidade de operações cinéticas, que envolvem movimento de sistemas bélicos ou não cinéticas, letais e não-letais, de forma independente como Força Aérea, ou como participante de uma campanha sinérgica de mútuo apoio entre as Forças Armadas (SHAUD; HAYDEN, 2009).

Shaud e Hayden (2009) afirmam que as parcerias estratégicas passam a ser relevante capacitadora de objetivos estratégicos. Isso inclui entidades estatais e não estatais. Tais parcerias contemplam excelentes parâmetros que podem servir de estímulo para uma Força Aérea.

Para sustentar o conceito de Vigilância Global, Alcance Global e Potência Global, adotada pelos Estados Unidos, a tecnologia avançou a níveis excepcionais em poucos anos, mas trouxe em sua esteira o alto custo para guerra convencional e não-convencional, dado que uma aeronave chega à centena de milhões de dólares (F-22/ Raptor). Isso leva a diminuição do número de aviões nas Forças Aéreas e da vontade de empregá-los em missões perigosas em termos de ataques inimigos ou que envolvem toxicidade atmosférica, se a missão permite, o uso de um VANT passou a ser imprescindível.

De forma crescente o avião convencional torna-se vulnerável às defesas antiaéreas, com exceção a tecnologia Stealth e dos VANTs, através dos quais se pode aperfeiçoar a autonomia, velocidade, capacidade de carga útil e precisão de armas, a letalidade e o alcance.

A tendência do uso dos veículos remotamente pilotados RPV ou VANTs parece estar se estabelecendo. Ultimamente Israel desenvolveu o Eitan, um projeto de VANT baseado no modelo Predator, embora já possuísse outros modelos menos sofisticados.

Os VANTs cumprem missões principalmente em guerras não convencionais, nas quais um artefato sofisticado poderia ser alvo mais fácil a um inimigo com armas não convencionais. Para os pilotos um avião pilotado por um humano cumpre melhor sua missão, no entanto, o alto custo homem-máquina e a realidade das tendências dos conflitos, entre outros fatores impedem o uso das aeronaves sofisticadas. Exemplo disso foi o número de VANTs encomendados pela USAF em 2009.

Uma das grandes razões situa-se, segundo Clodfelter (2009) no fato de que os conflitos tendem a se afastar da convencionalidade no emprego da estratégia e de armas. Relembrando 11 de setembro de 2001, quando dois aviões civis foram arremessados sobre as torres gêmeas em New York, mais um contra o Pentágono, na Virgínia e outro, derrubado em voo pelos próprios passageiros antes de atingir, possivelmente a Casa Branca (EUA). São armas não convencionais, que causaram uma ruptura paradigmática em vários conceitos de guerra, de dissuasão e retaliação.

A quem se vai retaliar? Qual Estado assumiria esse atentado? Que armas e estratégias utilizar? Quem são, na verdade, os inimigos? Por conta desse fato e dessas questões, os Estados Unidos, através da doutrina Bush ingressaram em territórios distantes e bastante complexos. Embora mantenha a superioridade bélica, está sendo vítima de uma guerra irregular, ou não-convencional, para qual, todo o seu aparato bélico produz poucos resultados após as primeiras incursões decisivas da USAF, no Iraque e no Afeganistão.

Os Estados Unidos continuam imersos em conflitos que mais se parecem com guerrilhas, como por exemplo, no Afeganistão, onde procuram alguém, num mundo de ninguém e no caso do Iraque, onde são surpreendidos pela guerrilha entre tribos num mundo de caos étnico histórico de um grupo poderoso que se nega a condescender com os paradigmas de democracia (CLODFELTER, 2009).

Hoje parece difícil ao mundo globalizado “escolher” um inimigo e isso também abala os fundamentos de um Poder Aéreo, pois segundo Clodfelter (2009) os guerreiros terão que reconhecer a lógica e o caráter do combate, além da conduta de guerra e daí sim, escolherem as ferramentas para agir de forma efetiva.

Os estrategistas devem estudar para entender um inimigo que desafia os sistemas de armas sofisticados e escondendo as armas que possuem. De acordo com Clodfelter (2009) armamentos sofisticados não parecem ser solução adequada contra oponentes altamente motivados e que escolhem lutar de forma não convencional.

Nesse tipo de confronto, aplicações não-letais do poder aeroespacial, como vigilância e reconhecimento, parecem prover maior auxílio para derrotar tais inimigos.

A Nortrop Gruman desenvolveu um radar-ar que pode localizar os indivíduos quando eles deixam os veículos para plantar bombas às margens de estradas. O “Vader” será utilizado por VANTs (principalmente o modelo Predator) nessa vigilância.

Clodfelter (2009) relata que das 93 aeronaves pedidas pelos EUA em 2009, 52 delas eram VANTs. Parte de um sistema aéreo não-tripulado (Unmanned Aerial System, UAS) que suprem a demanda por Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR). Tal sistema opera junto ao Comando de forças conjuntas (JFS).

A ISR é prioridade do departamento de defesa, segundo Burdine (2009) porque os VANTs proporcionam vídeo de movimento total, sinalizando dados secretos em tempo real, que são enviados diretamente aos usuários táticos líderes estratégicos, com grande grau de sigilo. Eles têm habilidades de permanecer longo tempo em missões (24 horas), podem mudar a tripulação em meio a própria missão, ou seja, aqueles que pilotam remotamente a aeronave.

Os Estados Unidos possuem o MQ-1 Predator e o MQ-9 Reapers em patrulhas de 24 horas apoiando o comando das forças conjuntas (JFS). Segundo Burdine (2009) os Predators e os Reapers dispararam entre 2006 e 2007, 262 mísseis hellfire, com 96% de impacto direto e 71 bombas. Apoiaram 834 tropas em contato (troops in contact – TIC) e operaram ISR armados durante 1509 incursões à fortificações inimigas nas operações Liberdade do Iraque e Liberdade duradoura, com um consumo de menos de 4 galões de combustível por hora (BURDINE, 2009).

Para Clodfelter (2009) o Poder Aéreo tem o potencial de alterar o caráter da guerra e ampliar metas políticas. Tais mudanças podem afetar diretamente as Forças Aéreas e seus pilotos. Considerando o alto custo tecnológico das aeronaves cada vez mais sofisticadas poderá haver uma limitação para Forças Aéreas se manterem operacionais, mesmo ao promover apenas a defesa do território nacional.

A nova conformação do Poder Aéreo exige que as aeronaves sejam cada vez mais multimições e os pilotos devem dominar com maior maestria as novas tecnologias associadas a cada aeronave, pois se está vinculado a um sistema global de Comando e Controle (C2).

A USAF apresentou em 2009 um orçamento de 144 bilhões de dólares, 28% dos 515 bilhões de dólares do Departamento de Defesa. Requisitou apenas 93 aeronaves para 2009, sendo, entre outras, 52 VANT, 20 caças F-22s (Raptor) e 8 F-35 Lightning II (JSF), custando cada F-22 (Raptor) cerca de 140 a 160 milhões de dólares, conforme sua configuração.

Para Clodfelter (2009) a guerra tende a ser híbrida, misturando convencionalidade e irregularidade, o que obriga ao comando estratégico cuidado na escolha de como utilizar a tecnologia que está em suas mãos. Esse tipo de conflito híbrido é o que mais exauri a condição física e psicológica desses combatentes, em especial dos pilotos de aeronaves.

As guerras hoje se encaixam, em muitas partes do globo, predominantemente no quesito de guerras irregulares, ou seja, contra o terrorismo, narcotráfico, e contrabando. Essas vertentes têm modificado o tratamento de fronteiras geográficas e a preocupação de ocupação e nacionalização da população limítrofe, uma vez que esse tipo de conflito produz brechas nas questões culturais e de valores dos povos das nações, principalmente nas zonas de maior convergência de tráfico de entorpecentes e contrabando.

Há também discussões sobre os condicionantes políticos, questões de vulnerabilidade e de alto custo. As novas tecnologias devem aperfeiçoar a precisão tática. Caso isso aconteça, a política pode ter no poder aéreo uma arma onipresente para primeira hora e não como último recurso.

A concepção de futuro é imprescindível na concepção do poder aeroespacial, mais especificamente na Força Aérea. Essa questão tem se apresentado, muitas vezes, como um conflito que impede que os benefícios da experiência acumulada pelos pesquisadores sejam aplicados aos projetos estratégicos. Tal experiência se pauta na pesquisa, na inovação e na estimulação e criação de nichos de conhecimento de variada aplicabilidade, direta e indireta para expansão do poder aeroespacial e suas ramificações de base.

Highman e Parillo (2008) se referem, em termos históricos, a um alto desenvolvimento da tecnologia com negligência estratégica, alertando para o perigo e o risco a que se submete uma organização que “espera” para desenvolver a estratégia de emprego da tecnologia, deixando de lado o trabalho desenvolvido por seus pesquisadores e cientistas. O conhecimento e as habilidades para gerenciar estrategicamente a tecnologia e os recursos humano chegam atrasados.

Tal comportamento “esperando a necessidade” pode estender-se, na opinião de Highman e Parillo (2008) por tanto tempo quanto 40 anos, isso se considerando seus comentários relacionados à RAF e USAF, pode-se imaginar a FAB, que nunca foi ameaçada

pela guerra e pela necessidade premente, tanto quanto a que hoje se vive no continente Sul-Americano, e principalmente com a questão urgente e séria da Amazônia verde, tomada constantemente de assalto e o mais atual desafio que é a Amazônia azul, o mar e as riquezas, como a exploração de petróleo da camada do pré-sal, que pertencem e são exploradas pela nação.

“Os países que forem apanhados despreparados para a guerra perceberão, quando esta eclodir, que não só será demasiado tarde para se prepararem, mas que nem sequer poderão captar o seu sentido” (Douhet *apud* ROCHA, 2006, p. 135).

Mac Isaac (2003) conclui que a tecnologia parece ser o principal teórico dos dias de hoje e a invenção pode ser, no momento a mãe do emprego, pois estimula constantes mudanças na arte da guerra conseguindo avanços que produzem maior precisão nos conhecimentos sobre o adversário.

A informação passou a ser crucial nessa era, pois permitirá aos comandantes relevantes quantidades de dados sobre o alvo. Isso pode determinar velocidade e precisão. A informação poderá ser armazenada ou filtrada para que as ações sejam realizadas em tempo real (PHISTER; PLONISH, 2004).

A guerra clássica baseada em plataformas será deslocada para guerra em Rede (Net Centered War- NCW). Nela tanto o comportamento humano como o organizacional baseará suas ações em novos modos de pensamento e aplicabilidade nas operações militares.

Predominarão fluxos de informações que deverão oferecer crescente poder de combate através de uma rede de sensores, tomadores de decisão e operadores de sistema de armas. Isso gerará também um conhecimento compartilhado do teatro de operações e aumentar a rapidez de comando, principalmente sobre operações de maior letalidade. Comando e controle (C2) poderá ser feito em rede em tempo real (PHISTER; PLONISH, 2004).

A questão fundamental, de acordo com Phister e Plonish (2004) é que as aplicações militares exigem melhor desempenho com ciclos temporais e custos mais reduzidos do que aplicações não-militares. Finalmente, as tecnologias comerciais baseiam-se mais em computação (por exemplo, construção de melhores calculadoras, computadores, etc.), ao passo que as aplicações militares baseiam-se mais em apoiar linhas de ação (por exemplo, avaliação de planejamento de campanha e efeitos de operações baseadas, EBO).

O Laboratório de pesquisa da Força Aérea, em seu escritório de informação (AFRL/IF) busca transformar operações militares desenvolvendo a ciência e as tecnologias do sistema de informação que se concentram em necessidades únicas da Força Aérea. Usando

práticas comerciais, movimenta capacidades acessíveis para os sistemas de terra, ar, cibernéticos e espaciais da Força Aérea.

Grandes áreas da ciência e tecnologia usam a fusão de informação em nível superior, comunicações, EBO, ambientes de colaboração, infra-estruturas de informação distribuída, modelagem e simulação, agentes inteligentes, garantia da informação, gerenciamento da informação e sistemas de informação, além de bases de dados inteligentes. Resultados bem-sucedidos nessas áreas fornecem opções acessíveis de capacidade, necessárias à Força Aérea para o predomínio na informação e superioridade aérea e espacial (PHISTER; PLONISH, 2004).

Para fornecer estas capacidades, o AFRL/IF tem três diretrizes principais—Conhecimento da Conjuntura Global, Planejamento e Execução Dinâmicos e o Empreendimento da Informação Global, que recebem apoio de sete áreas de concentração tecnológica: exploração da informação, fusão e compreensão da informação, gerenciamento da informação, arquiteturas computacionais avançadas, ciberoperações, conectividade aérea e espacial e comando e controle (C2) (PHISTER; PLONISH, 2004).

Segundo Beason e Lewis (2005) o AFRL dos Estados Unidos é responsável pelos programas de C&T da USAF e tem um orçamento anual de US\$ 1,2 bilhão, que financia pesquisas básicas de longo prazo, desenvolvimento exploratório e avançado e pesquisa aplicada, empregando cerca de 6300 militares e civis e o AFRL ainda sedia o Air Force Office of Scientific Research (AFOSR) que financia mais de 1000 pesquisadores em universidades, indústrias e agências governamentais nos Estados Unidos e em alguns países do mundo, porque acreditam na importância da pesquisa e do desenvolvimento da tecnologia e da inovação para a missão da Força Aérea (BEASON; LEWIS, 2005).

Considerando-se o crescimento da ameaça do terrorismo planetário, o uso potencial e a exploração de tecnologia da informação facilmente disponível por nossos adversários tornam imperativo investir em tecnologias no ciberespaço.

As medidas no ciberespaço são:

A. Fusão e compreensão de informação: o que, quem, quais as intenções e tática.

O plano mestre estratégico do Air Force Space Command enuncia que "a primeira prioridade é *proteger* os nossos sistemas espaciais vitais, de modo que eles estejam disponíveis para os nossos combatentes quando e onde sejam necessários" (grifado no original)", isso inclui a capacidade de se reparar danos causados por uma variedade de anomalias que poderiam afetar os sistemas espaciais em órbita (PHISTER; PLONISH, 2004).

B. O menor satélite do mundo, lançado pelo AFRL/ IF é o Micro Electro-Mechanical Systems-Based Picosatellite Inspector (MEPSI), fará vigilância e comunicação além de ter um sistema que fornece proteção sistêmica, chamado de Infoboot que recebe, processa, correlaciona e distribui informação confiável. Também possui um battle bugs como sistema de alertas contra ameaças

C. Gerenciamento de informações na infosfera que é um ambiente de campo de batalha conjunta na infosfera (JBI), um "espaço informacional" globalmente interoperável que integra, agrega e dissemina de forma inteligente informação relevante a respeito do ambiente do campo de batalha para apoiar a tomada de decisão eficaz.

Segundo Phister e Plonish (2004) a infosfera é parte do sistema global de gerenciamento de informação de combate, estabelecido para fornecer a usuários individuais, em todos os níveis de comando, informação detalhada para as responsabilidades funcionais específicas deles. A JBI reúne toda a informação necessária para apoiar combatentes e suas missões, e lhes permite, com um toque na tela, obter e integrar dados de uma ampla variedade de fontes, reunir esta informação e distribuí-la de maneira apropriada e minuciosa. É um sistema de sistemas trabalhando em todos os escalões do centro de comando até o soldado em seu abrigo.

D. Arquitetura computacional avançada que advém do crescimento da tecnologia da informação condicionada à tecnologia computacional avançada que incluirão subsistemas computacionais quânticos e biomoleculares que incorporam armazenagem de dados e mecanismos de processamento com densidade e métrica de desempenho, como energia e velocidade, muito além do estado da arte das atuais tecnologias de silício. Segundo Phister e Plonish (2004) serão mais rápidos e mais inteligentes.

O AFRL/IF está trabalhando com um super-computador do tipo Cray a bordo de uma satélite, com capacidade de processamento para tratar de até metade do volume de informação processado hoje por uma estação terrestre. Esse computador espacial aumentará a capacidade de processamento do satélite de milhões (10^6) de operações por segundo para um trilhão (10^{12}) de operações por segundo, em 2006. As estações terrestres podem tirar vantagem de até um quatrilhão (10^{15}) de operações por segundo, em 2010 (PHISTER; PLONISH, 2004).

E. Ciberoperações: efetuada por *software* inteligentes que patrulham o ciberespaço. Estas entidades de *software* encapsuladas têm sua própria identidade, estado, comportamento, processo de controle e a capacidade de interagir e comunicar-se com outras entidades, inclusive pessoas, outros agentes e sistemas tradicionais. São as infonaves que

devem operar no domínio cibernético de maneira semelhante ao modo pelo qual veículos aéreos e espaciais operam na atmosfera (PHISTER; PLONISH, 2004).

Guerras instantâneas e a sua temporalidade tecnológica são atributos das sociedades informacionais, que a exemplo das novas dimensões da temporalidade acabam caracterizando novas formas de dominação do sistema e chega ao ponto de excluir países e acontecimentos não centrais que não estejam alinhados à lógica dominante emergente (CASTELLS, 2006).

Ora a cultura da virtualidade real contribuiu, segundo Castells (2006) para a transformação do tempo de nossa sociedade em duas formas distintas que são a simultaneidade e a intemporalidade.

Goodman (2010) discute de forma longa e aprofundada a questão da dissuasão através do ciberespaço e conclui que, em dois casos ruidosos, Letônia em 2007 e Georgia em 2008, as informações foram acessadas e provavelmente a Rússia o tenha feito, a que o autor atribuiu ao efeito da assimetria entre os Estados. Os Estados dominantes relegam os demais a um plano de insignificância, caso não tenham condições de atuar de forma simétrica com as formas de abordagem que a “cyberwar” faz em tempo real, com poucas chances de reação.

Isso vem demonstrar que os sistemas no ciberespaço são altamente voláteis, fluem de forma contínua e com grande letalidade, podendo neutralizar totalmente o adversário sem que haja um tiro. Daí as medidas e contramedidas acima mencionadas, adotadas por potências como, Estados Unidos, China e Rússia.

3 MÉTODO

A pesquisa desenvolvida fundamentou-se em trabalho de estudo transversal junto a grupo voluntário de cadetes aviadores do 4º ano do CFOAv da AFA, em 2009, com base na aplicação de conceitos fisiológicos fundamentais que se apoiaram no marco teórico da pesquisa e na revisão da literatura, além de informações complementares em assuntos correlatos.

A pesquisa fez uma série de levantamento de dados utilizando aparelhos de monitoramento de frequência cardíaca e o uso de fichas descritivas de atividades desenvolvidas ao longo do tempo da rotina diária desses cadetes.

Com base nas descrições detalhadas contidas nas fichas e com informações de atividades desenvolvidas, além do tempo em cada atividade ao longo da rotina mensurada, foi feito levantamento do gasto energético, utilizando-se de tabela de gasto energético do American College of Sport Medicine (ACSM) (AINSWORTH, *et al.*, 1993).

Foi realizado um teste de Corrida dos 12 minutos, de Cooper, a partir do qual se estimou o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e foi calculada a potência aeróbica máxima (PAM).

Os dados foram tratados e analisados através de métodos estatísticos não paramétricos.

3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Nos dias 4 e 5 de maio de 2009 a proposta de pesquisa e seus objetivos foram apresentados a todos os cadetes aviadores do 4º ano do CFOAV da AFA em 2009, num total de 116 indivíduos.

A proposta de pesquisa também foi apresentada ao Comandante do 1º Esquadrão de Instrução Aérea (1º EIA), onde se faz treinamento avançado, com aeronave T-27, conhecida como “Tucano”, de fabricação da EMBRAER, ao Chefe da Divisão de Ensino da AFA e ao Comandante da Academia da Força Aérea, através do Chefe da Divisão de Ensino, sendo aprovada pelos mesmos.

Ao final da apresentação foram requisitados indivíduos voluntários, condição julgada essencial, dada a natureza do trabalho a ser realizado que exigia padronização, atenção e comprometimento com as informações.

Outra razão que requisitava como condição *sine qua non* o voluntariado, levou em consideração que os cadetes do 4º ano possuem uma rotina com muitas tarefas e responsabilidades ligadas à liderança no Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer).

Esse fator poderia interferir na coleta de dados de forma absolutamente padronizada e criteriosa, e que um indivíduo que não estivesse realmente conscientizado da importância da pesquisa e dela tivesse de participar, por imposição da chefia, provavelmente, comprometeria a fidelidade dos dados coletados.

Sendo assim apresentaram-se voluntariamente 10 cadetes aviadores (n=10), que aceitaram os termos colocados sobre a pesquisa durante a apresentação, sendo nove cadetes masculinos e um cadete feminino.

Em 18 de maio de 2009 os componentes da mostra receberam uma Carta de apresentação da pesquisa (APÊNDICE E) e o Termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE D), este último garantia a confidencialidade da identidade dos sujeitos participantes, com direito do pesquisador divulgar dados, sem identificação do participante.

Assinando o documento, concordaram em participar do estudo, comprometendo-se com a fidelidade no fornecimento das informações para a pesquisa, através das fichas apropriadas, além dos cuidados necessários na coleta de dados, através de aparelhos a serem utilizados. O documento foi apresentado ao Comitê de Ética da Universidade da Força Aérea.

3.2 PROCEDIMENTOS

Na semana de 18 de maio de 2009, apresentou-se o protocolo para coleta de dados, com o detalhamento do preenchimento da ficha de registro de atividades laborais (APÊNDICE II), da ficha de registro de atividades do voo (APÊNDICE C), das instruções de funcionamento e cuidados com o monitor cardíaco (APÊNDICE F), que foi ajustado para coletar e gravar a frequência cardíaca a cada 15 segundos durante todo o período laboral, que iniciava-se ao levantar-se de manhã e terminava entre 18h e 18h30, ficando na dependência do término das atividades de rotina do cadete, no período diurno.

Foram feitas avaliações dos dados antropométricos: peso e altura, realizados na Seção de Educação Física, estando os cadetes descalços e somente com o calção de uniforme da Educação Física. No caso feminino, foi permitido além do calção, o uso de “top” utilizado no uniforme. Os dados foram anotados numa ficha de dados pessoais (APÊNDICE A).

Além disso, no dia seguinte, foi efetuada a avaliação da frequência cardíaca de repouso (FCr), utilizando um recinto silencioso e confortável (cinema da AFA), estando os indivíduos em repouso absoluto deitados em decúbito dorsal, confortavelmente e em silêncio, com respiração pausada e natural ao longo de 15 minutos.

A FCr foi registrada durante 60 segundos, após esses 15 minutos de total relaxamento. Solicitou-se ainda que continuassem relaxados para uma nova aferição, 5 minutos após, com objetivo de confirmar os dados encontrados. Repetiu-se a aferição por 60 segundos. Os dados foram incorporados à ficha de dados pessoais (APÊNDICE A).

No dia 22 de maio de 2009 efetuou-se o primeiro sorteio de sujeitos para o início da pesquisa da rotina laboral dos cadetes. A primeira averiguação monitorada ocorreu em 26 de maio de 2009.

Ao final de cada semana era feito um novo sorteio e divulgada, toda sexta-feira, a escala para a próxima semana. Cada indivíduo participou em no mínimo três averiguações e no máximo de cinco averiguações.

Cada dia de participação os cadetes sorteados (no mínimo um, no máximo três cadetes) receberam uma ficha de registro de atividades laborais (APÊNDICE B), uma ficha de registro de atividades do voo (APÊNDICE C), para ser utilizada, caso naquele dia fosse voar e, o monitor cardíaco devidamente ajustado, que deveria ser colocado assim que se levantasse da cama de manhã e retirado somente às 18 horas, ou ao término da rotina diurna.

Ao final do dia, entre 18h e 18h30 a pesquisadora se encontrou com cada cadete, em sala apropriada. Recolheu os monitores e as fichas, fazendo uma breve entrevista individual sobre o relatado nas atividades escritas nas fichas e outras observações complementares que os cadetes e a pesquisadora julgaram necessárias. Tudo foi anotado em ficha, no campo das observações.

Em seguida o grupo do próximo dia aguardava os ajustes e a entrega de monitores e das fichas e assim o procedimento se repetiu até a última semana de julho de 2009.

Essa rotina era interrompida a cada oito dias, para que fossem transferidos os dados dos monitores para um computador. No dia seguinte a rotina era retomada já com os cadetes sorteados.

O sorteio garantiu a condição aleatória de distribuição de dias, tipos de rotinas e cadetes através das nove semanas de coleta de dados. Os procedimentos gerais relatados foram realizados ao longo de 10 semanas (de 4 de maio a 29 de julho de 2009).

O último procedimento de coleta de dados foi o Teste de Corrida de 12 minutos, de Cooper, realizado na sexta semana, na pista de atletismo de 400 metros, da Academia da Força Aérea, às 17h15 minutos, horário disponível aos cadetes. Os resultados foram anotados na ficha do Teste de Cooper (APÊNDICE G).

Os dez cadetes-aviadores engajados na pesquisa foram medidos quanto à massa corporal e estatura, bem como tiveram sua frequência cardíaca de repouso (FCr) determinada. A frequência cardíaca máxima foi estimada pelas equações (1) e (2), de Frederick, N & Simpson, L., (1993, *apud* MOREIRA, 2005) para homens e mulheres e, a partir da FC máxima e da FC de repouso, calculou-se a reserva de frequência cardíaca (RFC).

$$\text{Homens: } 265,455108642578 - 21,9480762481689 * \text{Ln (idade)} \quad (1)$$

$$\text{Mulheres: } 252,459014892578 - 18,55924970581 * \text{Ln (idade)} \quad (2)$$

Para a estimativa do $\text{VO}_2\text{máx}$ ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) encontrado na tabela 4.2.1 foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{VO}_2\text{máx} (\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}) = (\text{distância (m) percorrida} - 504,09)/44,78 \text{ (COOPER, 1982)} \quad (3)$$

Os demais valores calculados levaram em consideração que, se 1 litro de oxigênio libera 20,925 kJ de energia, pôde-se obter o valor de custo energético em quilojoules por minuto (kJ/min) e, considerando também a massa corporal total (MCT) do sujeito, obter o custo energético em quilojoules por quilograma de massa corporal, por minuto ($\text{kJ.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). A potência aeróbica máxima foi estimada através da seguinte fórmula:

$$\text{PAM (W/kg)} = \text{VO}_2\text{máx. (l/min)}/60 \times 20925 \text{ j/kg (MOREIRA, 2005)} \quad (4)$$

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

1. Aparelhos de medição de Frequência Cardíaca (Monitores Cardíacos) sem fio, da marca Polar (Polar Electro Oy, Finlândia). Foram utilizados um exemplar do modelo Polar S725x, e dois exemplares do modelo Polar S610i, além de interface para computador, com o software da Polar “Polar Precision Performance SW”.
2. Cronômetro marca Timex, Iroman, (T563819J) para as medidas de tempo realizadas no Teste de corrida de 12 minutos de Cooper.
3. Para avaliação da estatura, estadiômetro fixo WISO, modelo 95058, com amplitude de mensuração de zero a 200 cm e resolução em milímetros.
4. Para avaliação da massa corporal, balança digital PL 180, marca Filizola, com capacidade/divisão de 180 kg/100g e resultado em até 6 dígitos.
5. Ficha de Registro de atividades laborais (APÊNDICE B), contendo espaço para dados de altura, peso, idade, data, horário, atividades desenvolvidas, postura corporal na atividade e frequência cardíaca aferida no momento.
6. Ficha de Registro de atividades em voo (APÊNDICE C), contendo informações sobre a FC no briefing, no debriefing, o tipo de missão, FC na entrada e na saída do EIA.
7. Termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE D).
8. Carta de apresentação da pesquisa (APÊNDICE E).
9. Instruções de funcionamento e cuidados com o monitor cardíaco (APÊNDICE F).
10. Ficha de dados pessoais (APÊNDICE A).
11. Ficha do Teste de Cooper (APÊNDICE G).
12. Tabela de gasto energético: Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities, American College of Sports Medicine (ACSM) (AINSWORTH, *et al.*, 1993) (ANEXO A).

3.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foram construídas e designadas 12 fases de atividades dentro da rotina laboral dos cadetes-aviadores com objetivo de cobrir todas as tarefas relatadas e conhecidas que dela fizeram parte. Para todas as variáveis mensuradas foram calculadas estatísticas descritivas.

As distribuições das variáveis não foram compatíveis com a curva normal. Aplicou-se teste estatístico não-paramétrico de Kruskal-Wallis One-Way ANOVA on Ranks (THOMAS; NELSON, 2002) que é um teste de diferenças de grupo quando há mais do que dois grupos independentes, sendo aplicado para os dados referentes a porcentagem de reserva de frequência cardíaca (%RFC) e sua distribuição nas fases de atividades da rotina.

As 12 fases de atividades da jornada dos cadetes foram definidas a partir das descrições anotadas pelos cadetes na ficha de registro de atividades laborais (APÊNDICE B) e ficha de registro de atividades em vôo (APÊNDICE C), sendo agrupadas segundo o critério de nível de estresse percebido pelos cadetes, como segue:

- A- Atividades de organização pessoal e geral: Fase 1, Fase 4, Fase 7 e Fase 11.
- B- Atividades de estudo, aulas e reuniões e estudo no simulador: Fase 2 (manhã), Fase 5 (tarde), Fase 12.
- C- Atividades de deslocamentos variados: Fase 3.
- D- Atividade física: Fase 6.
- E- Atividades de instrução ligadas diretamente ao vôo: Fase 8 (pré-vôo), Fase 9 (vôo) e Fase 10 (pós-vôo).

Comparados os custos cardíacos relativos médios de trabalho das 12 fases entre si, constatou-se que existiam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Na análise estatística foi aplicado um teste “*post-hoc*” para levantar as diferenças entre as diversas fases. As proposições de cada fase foram analisadas segundo o Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test.

Os programas utilizados para os cálculos estatísticos foram o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 2000 (SPSS Inc. – Chicago, Illinois, USA), o Power Analysis and Sample Sizes (PASS 2000, NCSS, Kaysville, Utah, USA) e o Excel 2007 da Microsoft Co.

Também, foram analisados estatisticamente os dados sobre a rotina dos cadetes, relatados na ficha de registro de atividades laborais (APÊNDICE B) e ficha de registro de atividades em vôo (APÊNDICE C), considerando as atividades laborais e o tempo em cada uma das atividades (padrão tempo-atividade), para todos os 35 arquivos gerados na pesquisa,

com objetivo de levantar informações sobre o gasto energético (GE) e a carga laboral, utilizando a Tabela de Gasto Energético do Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities, do ACSM (AINSWORTH, *et al.*, 1993), (ANEXO A).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS SOBRE A AMOSTRA

A amostra foi composta de 9 cadetes do sexo masculino e um cadete do sexo feminino, com média de idade de 22,1 anos, todos cadetes-aviadores do 4º ano do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea, em 2009. Os dados são apresentados na tabela 4.1.1.

TABELA 4.1.1 – Dados sobre a amostra pesquisada

Código do sujeito	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	FC de repouso (bpm)	FC máxima (bpm)	Reserva de FC (batimentos)
CA-DC (1)	21	65	174	66	199	133
CA-GE (2)	21	71	181	66	199	133
CA-SL (3)	23	68	171	66	197	131
CA-BN (4)	23	71	168	60	197	137
CA-RR (5)	23	88	184	54	197	143
CA-CO (6)	21	59	164	72	199	127
CA-JL (7)	23	65	168	66	194	128
CA-KD (8)	22	62	169	66	198	132
CA-BE (9)	21	80	176	54	199	145
CA-DG (10)	23	88	174	60	197	137
Média	22,1	71,7	172,9	63	197,6	134,6

4.2 TESTE DE COOPER (CORRIDA EM 12 MINUTOS)

Para se conhecer o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$) dos cadetes-aviadores pesquisados foi utilizado o Teste de Cooper (corrida em 12 minutos). O teste foi realizado em pista de atletismo oficial, de 400 metros, na Academia da Força Aérea.

A partir dos resultados desse teste foi possível também calcular a potência aeróbica máxima (PAM) dos cadetes-aviadores da amostra. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 4.2.1.

O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ é reconhecido como o melhor parâmetro fisiológico para avaliar a capacidade funcional e a eficiência do sistema cardiorrespiratório. É obtido diretamente em laboratório de fisiologia do esforço, ou então inferido em teste de campo (SILVA; NASCIMENTO; BEAL JR, 2007).

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) é uma referência do rendimento energético máximo dos processos aeróbicos e da capacidade funcional de circulação. Isso se deve à expressiva correlação do débito cardíaco máximo e o consumo máximo de oxigênio, segundo Astrand, *et al.* (2006).

O débito cardíaco varia entre 5 a 8 litros/min em condições de repouso. Durante o exercício pode atingir, nos indivíduos sedentários, em atividade máxima, próximo de 25 litros/min e aproximadamente 43 litros/min em atletas de resistência aeróbica (LEITE, 1984).

TABELA 4.2.1 - Dados do teste de Cooper (12 minutos)

Código dos Sujeitos	Distância (m)	Velocidade (m/min)	Velocidade (km/h)	$\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	Custo (kJ/min)	Custo energético ($\text{kJ.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	PAM (W/kg)
CA-DC	2820	235	14,1	52	70,3	1,08	18
CA-GE	2800	233,3	14	51,30	76,20	1,07	18
CA-BN	2800	233,3	14	51,30	76,20	1,07	18
CA-CO	2700	225	13,5	49,00	58,90	1,00	17
CA-KD	2530	210,8	12,7	45,20	56,80	1,00	16
CA-SL	2430	202,5	12,2	43,00	61,10	0,90	15
CA-DG	2415	201,3	12,1	43,00	76,30	0,90	15
CA-BE	2410	200,8	12,1	43,00	69,20	0,90	15
CA-JL	2115	176,3	10,6	36,00	47,50	0,80	13
CA-RR	2050	170,8	10,3	35,00	63,60	0,70	12
Média	2507	209	13	45	66	0,9	15,7
Dv-padrão	277,6	23,1	1,2	6,08	9,7	0,13	2,1

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) tem significado fisiológico relevante como parâmetro determinante do desempenho aeróbico, pois indica a verdadeira medida da capacidade cardiorrespiratória de um indivíduo através de sua condição de captação e utilização de oxigênio (LEVINE, 2008).

O consumo máximo de oxigênio é um indicador do volume máximo de captação de oxigênio dos músculos ativos em cada minuto, durante um esforço elevado. Pode ser expresso

em litros por minuto (l/min) ou de forma mais adequada, em mililitros por quilogramas de massa corporal a cada minuto ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), principalmente quando se tenciona comparar indivíduos de diferentes massas corporais (MOREIRA, 2005).

Quanto maior o consumo de oxigênio alcançado por um indivíduo, melhor é sua condição aeróbica e melhor é sua potencia aeróbica máxima, ou seja, a quantidade de energia que o indivíduo utiliza a cada segundo, quando seu consumo de oxigênio é igual ao seu $\text{VO}_2\text{máx}$. A figura 4.2.1 apresenta os resultados do consumo máximo de oxigênio no Teste de Cooper realizado pela amostra de cadetes do 4º ano do CFOAV da AFA em 2009.

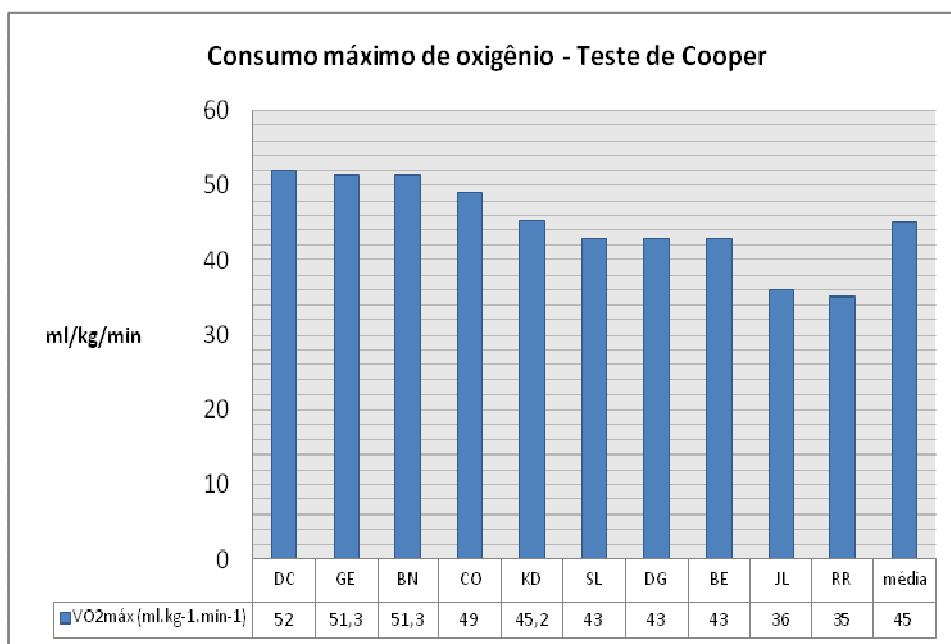


FIGURA 4.2.1 Consumo máximo de oxigênio no Teste de Cooper (4ºano- CFOAv, AFA, 2009)

A potência aeróbica máxima (PAM) retrata a maior potência que o metabolismo aeróbico pode desenvolver. A PAM é uma quantidade de energia liberada numa unidade de tempo e é expressa em Watts (W) (MOREIRA, 2005).

A figura 4.2.2 mostra os resultados da potência aeróbia máxima (PAM) obtidos no Teste de Cooper, pelos cadetes-aviadores do 4º ano do CFOAV da AFA em 2009.

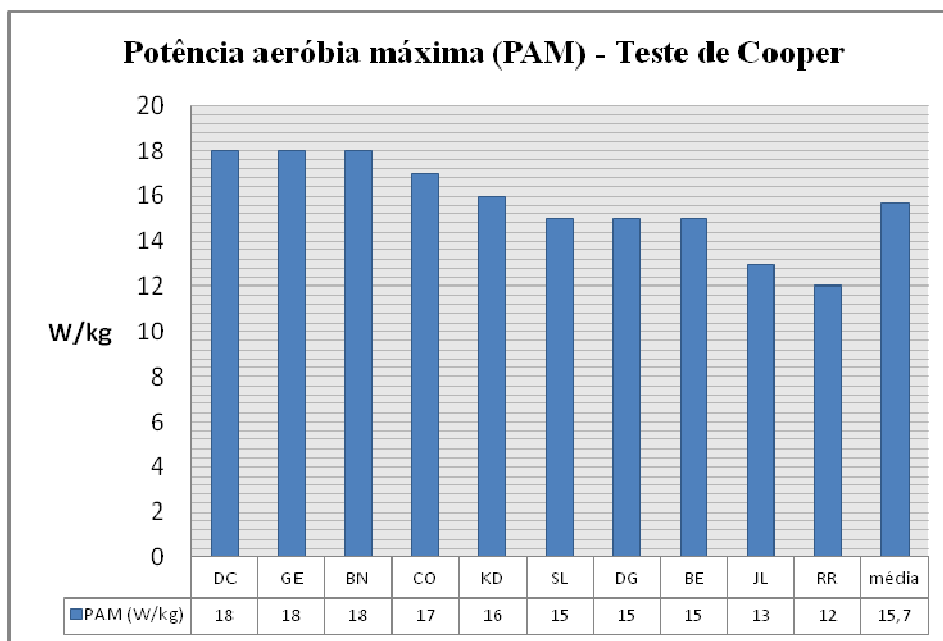


FIGURA 4.2.2 Potência Aeróbia Máxima cadetes-aviadores, 4ºano- CFOAv, AFA, 2009

Segundo Mellerowicz; Meller (1979) o Consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) apresentados por atletas de alto nível pode chegar até a $80 \text{ ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Indivíduos sedentários apresentam valores abaixo de $40 \text{ ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Para a aviação os valores, provavelmente devem estar acima dos apresentados por sedentários.

Um melhor condicionamento aeróbico, expresso pelo consumo máximo de oxigênio mostrou favorecer pilotos na resposta, por exemplo, de melhor concentração apresentada no pós-vôo, quando comparada aos pilotos com menor nível de condição aeróbica. Isso foi interpretado por Ribas (2003) como indicador de menor fadiga psíquica e conseqüente melhor condição de enfrentamento de estresse.

O vôo e as tarefas de liderança no Corpo de Cadetes ocupam destaque na rotina dos cadetes-aviadores, do 4º ano e as atividades físicas, infelizmente, sofrem um decréscimo na disponibilidade de tempo, provavelmente ganhando força no final do ano para a obtenção de melhor pontuação, pois ela modifica a posição do cadete na classificação geral de pontos conseguidos ao longo dos quatro anos e, pela qual, todos lutam muito, pois significa escolher as organizações militares (OM) para as suas funções profissionais como oficiais.

Deve-se ter em mente, quando se fala de aptidão física do cadete-aviador, que com as novas doutrinas de emprego das armas e as diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa para o Comando da Aeronáutica, novas aeronaves de combate deverão ser adquiridas, entre outras,

provavelmente caças multimissão de 4ª geração, que substituirão a primeira linha de combate da Força Aérea.

O reaparelhamento também prevê a aquisição de outras aeronaves que devem compor, juntamente com variados armamentos e sistemas de radar, entre outros, a base estrutural para que se fortaleça o Poder Aéreo e se garanta a supremacia do espaço aéreo em território nacional e internacional, sobretudo no hemisfério Sul.

Tais aeronaves requerem melhor preparação física do piloto, pois possuem melhores recursos de manobrabilidade, maior velocidade e alta tecnologia embarcada, fatores que solicitam uma ação psicofisiológica mais pronta e eficaz do piloto, caso se pretenda concretizar as aspirações de poder aéreo da Força Aérea Brasileira.

Se for considerado o fato de que, possivelmente, alguns dos cadetes brasileiros pesquisados serão pilotos das novas aeronaves de combate multimissão, previstas para entrada em operação entre 2014 e 2015, não há dúvida de que os cadetes-aviadores de hoje, serão os oficiais-aviadores do amanhã e devem ter em mente que o treinamento físico passa a ser relevante para obtenção de ótimos índices de consumo máximo de oxigênio, potência aeróbica máxima, além de apresentarem Aptidão físico-profissional aeróbica compatível com as características e exigências de suas tarefas e missões.

Para contextualizar os resultados no teste de Cooper é importante informar que no tempo correspondente ao treinamento físico, a pesquisa registrou apenas 653 referências de frequência cardíaca durante o tempo de duração da pesquisa, o que corresponde a uma dedicação, dos cadetes, de apenas 163,3 minutos no tempo em que foram pesquisados, ou seja, ao longo de três meses.

Já as atividades de aulas e estudos na Divisão de Ensino somaram 8.824 registros e a atividade de voo (exclusivamente, não incluindo briefing e debriefing) alcançou 1685 registros, totalizando, respectivamente, no período dessa pesquisa um envolvimento em tempo de 2196 minutos e 421 minutos, nas duas atividades respectivamente citadas.

Na prática, se observa que os cadetes da AFA, independente do ano e pesquisa, geralmente são levados a deixar para um plano remoto as atividades físicas, não por vontade própria, mas pelas demandas criadas pelo curso, principalmente na última série, quando se dedicam ao voo em aeronave avançada e também exercem a liderança no Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer).

Com as atividades que vão se somando a cada ano dentro da Academia da Força Aérea, se tem um quadro irregular de preparação física ao longo dos quatro anos de estudos. No segundo ano, por exemplo, os cadetes aviadores estão voando a aeronave básica, que é o

T-25 “Universal”. No terceiro ano não voam e dedicam-se um pouco mais a atividade física, voltando a cair o tempo dedicado ao treino físico no quarto ano, quando voam a aeronave de treinamento avançado, o Embraer T-27 “Tucano” (KUBE 2006).

Dessa forma sempre que o voo, o mais importante ponto de foco do cadete-aviador, está na agenda, somando-se as demais atividades de rotina, a atividade física é deixada, na melhor das hipóteses, para segundo plano.

Isso só não acontece com o cadete atleta, ou seja, aquele que treina sistematicamente, com acompanhamento de treinadores para representar a AFA numa competição anual envolvendo as três armas (Marinha, Exército e Aeronáutica) competição conhecida como Navamaer.

Esses cadetes atletas estão em plena forma física, e os demais, a maioria, deve estar dentro dos padrões exigidos pelo Teste de avaliação da condição física (TCAF) da Seção de Educação Física da Academia da Força Aérea. Os graus do TCAF são referendados pela Comissão Desportiva da Aeronáutica (CDA).

Essa questão da atividade física na Força Aérea Brasileira (FAB) mereceu vários estudos, até que fosse implantado um teste de aptidão física para todo o efetivo da FAB.

Num estudo realizado com a alta liderança das unidades da FAB, Silva; Nascimento e Beal jr (2007) fizeram uma análise dos testes de condicionamento físico do efetivo do Comando da Aeronáutica (COMAER) para, entre outros, identificar os processos que necessitavam de melhorias para satisfazer os anseios e necessidades do efetivo de oficiais superiores.

Os autores distribuíram 141 questionários aleatoriamente aos alunos da Escola de Comando do Estado Maior da Aeronáutica (ECEMAR). Receberam de volta 63% dos questionários. Havia seis questões, sendo cinco fechadas e a última aberta. Nessa última questão 67% dos militares responderam, sendo 25% deles destacando a necessidade de implantar ou incrementar as sessões de Educação Física e 15% dessas respostas apontando a necessidade de efetuar o acompanhamento dos treinos.

As sugestões davam conta da importância de se aumentar a disponibilidade de tempo para o treinamento físico. Esse é um fato notável, pois uma nova geração de oficiais já parece preocupada com a importância da aptidão física, não só para a vida profissional, mas também para manutenção da saúde e qualidade de vida.

De forma a estimular uma reflexão sobre o papel do treinamento físico e da aptidão física aeróbica para a vida do aviador questiona-se: se na escola de formação os futuros aviadores não conseguem tempo para desenvolver seu treinamento físico, como será, quando

de lá saírem e forem para as bases aéreas, servirem e assumirem as outras tantas tarefas, além da aviação? Que tempo e que programas terão para se orientar e se manterem em perfeitas condições físicas a fim de intervir de forma eficaz nas mais variadas missões aéreas a que serão chamados?

Essa preocupação vem do fato que, de forma relativamente usual, quando o cadete-aviador termina seu período de formação, ingressa numa rotina de trabalho que envolve atividades administrativas e de vôo, deixa de ter acompanhamento adequado à suas necessidades orgânicas e as atividades físicas passam a ser cada vez mais raras no rol de suas atividades de rotina (SILVA; NASCIMENTO; BEAL JR., 2007).

Informações do Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL) do Comando da Aeronáutica (COMAER) dão conta que em 2001 havia um número significativo de militares afastados de suas funções devido à patologias como hipercolesterolemia, lombociatalgias, cervicalgias, hipertensão, obesidade, disfunções cardiorrespiratórias e motoras, todas elas associadas à hipocinesia e sedentarismo, problema de grande importância para o COMAER, se considerado o aspecto de saúde pública e segurança de vôo.

São questões que podem motivar futuras pesquisas nas várias unidades do Comando da Aeronáutica (COMAER) sobre a disponibilidade de tempo para que o aviador seja aviador, mas podendo também ser instruído e treinado para melhoria e manutenção de sua aptidão física, tão importante para o desempenho de sua missão aérea.

Através dos dados coletados nesta pesquisa se percebe que o treinamento físico não foi uma atividade regular, sofrendo restrições com a alocação de tempos dentro da rotina. Para ilustrar essa discussão, a pesquisa atual identificou e classificou doze fases de atividades de rotina dos cadetes-aviadores, que serão discutidas a seguir.

4.3 COMPOSIÇÃO DAS FASES DE TAREFAS DENTRO DA ROTINA LABORAL DO CADETE-AVIADOR

Foram constituídas doze fases dentro da rotina dos cadetes-aviadores pesquisados, através das descrições contidas na ficha de atividades laborais e na ficha de atividade de vôo.

Após o estudo e a montagem das doze fases seguiu-se uma análise de estatística descritiva, que apontou para uma amostra que não obedece aos padrões de distribuição normal.

Aplicou-se o teste de Tukey-Kramer Multiple-Comparison para comparação entre as fases. Seguiram-se as proposições explicativas para cada observação estatística. Porém antes de se abordar o tratamento estatístico comparativo entre as fases, que será apresentado na seção seguinte, deve-se apresentar o conteúdo de cada uma das fases que compõem a rotina dos cadetes pesquisados. O quadro 4.3.1. apresenta as doze fases e seu conteúdo.

Fase 1 - Arrumação do quarto, higiene pessoal, arrumar a farda, arrumar a cama, vestir-se, tomar café.
Fase 2 - Aulas na Divisão de Ensino (DE), aulas no Esquadrão de Instrução Aérea (EIA), estudos, reuniões oficiais, uso de computador para digitar e investigar. Atividades sedentárias. Postura dominante: sentados. Período: Manhã.
Fase 3 - Atividades militares diversas, parada das 11h20, inspeção externa da aeronave, sair de guia, ir ao hospital, ir a odontoclínica, deslocamentos em a pé, trabalho no balcão de Operações de vôo – OPO no (EIA), espera para ser chamado para o vôo, serviço de cadete de dia, subir escadas. Atividades: envolvem deslocamentos leves intermitentes e de componentes mesclados entre andar, sentar, andar mais rápido, eventual corrida mais rápida. Postura corporal: diversificada. Período: qualquer fase do dia.
Fase 4 - Alimentação, almoço, jantar, lanche, atividades leves, assistir televisão, leitura de lazer, consultar internet, sentar-se/ ou ficar em pé para conversa de lazer. Atividades sedentárias. Postura corporal: diversificada
Fase 5 - Aulas na Divisão de Ensino (DE), aulas no Esquadrão de Instrução Aérea (EIA), estudos, reuniões oficiais, uso de computador para digitar e investigar. Atividades sedentárias. Postura corporal: sentados. Período: Tarde.
Fase 6 - Horário de Educação Física. Atividades: exercícios aeróbios, de musculação, natação, jogos. Período: Tarde.
Fase 7 - Chegada ao EIA, Briefing inicial geral com todos, prova sobre vôo. Atividade sedentária. Postura: predominantemente sentada, mas com alguns deslocamentos. Período: geralmente na manhã.
Fase 8 - Briefing da própria missão (instrução pré-vôo), espera da aeronave, correr para a aeronave, inspeção externa da aeronave. Período: qualquer hora do dia, ou até à noite (vôos noturnos).
Fase 9 - Vôo na Aeronave T-27 – EMB 312 – “Tucano”. Postura corporal: sentado. Período: qualquer um do dia. Tipos de vôo: instrumento, Manobras e acrobacias (MAC), e vôo solo.
Fase 10 - Debriefing da própria missão (instrução pós-vôo). Postura corporal: sentados e alguns deslocamentos. Período: qualquer um do dia.
Fase 11 - Guardar material, rever escala para próximo dia, saída do EIA, retorno ao CCAer (Corpo de Cadetes da Aeronáutica) e término das atividades diurnas que ocorre entre 18h e 18h30, com entrega do monitor cardíaco. Atividade: diversificada. Período: final do dia de rotina
Fase 12 - Estudo no simulador. Atividade sedentária. Postura corporal: sentado. Período: qualquer hora do dia.

QUADRO 4.3.1 - Fases de atividades de rotina do cadete-aviador do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009

4.4 PERCENTUAL DA RESERVA DE FREQUÊNCIA CARDÍACA (%RFC) UTILIZADO NAS FASES DE ATIVIDADES DE ROTINA DOS CADETES AVIADORES DO 4º ANO, DO CFOAV DA AFA EM 2009

Observou-se através das fichas de atividades laborais e fichas de atividades de vôo, que os cadetes do quadro de aviadores possuem uma rotina própria além das rotinas básicas de uma escola militar, comuns aos demais quadros, como a Infantaria e a Intendência.

Através das descrições e de entrevistas diárias, anotadas em fichas, verificou-se que seria necessário compor conjuntos de tarefas diferenciadas entre si, cada qual com características próprias de tempo-atividade, aos quais se denominou “Fase de atividades de rotina”.

Foram constituídas doze fases de atividades que não aconteciam obrigatoriamente todas em cada dia, e não obedeciam a ordem numérica a elas atribuídas ao longo do dia, exceto a Fase 1, que para todos, iniciava as rotinas diárias.

Os registros de FC foram gravados pelo monitor cardíaco a cada 15 segundos, durante todo o período diário de atividade do cadete pesquisado e em todos os dias no qual ele participou da pesquisa. Armazenadas, cada arquivo, individualmente, teve o conjunto de suas frequências cardíacas alocadas em suas respectivas fases, graças às descrições das fichas de atividades, respondidas pelos cadetes ao longo do tempo de pesquisa.

Partindo dessas informações foram efetuados os cálculos da porcentagem da reserva de frequência cardíaca (%RFC) utilizada em cada fase, para cada cadete, em cada dia em que foi pesquisado, cálculo importante para se verificar quanto o estresse laboral influencia individualmente os cadetes nas diferentes fases da rotina, distinguir as fases de maior requisição orgânica e qual a magnitude da %RFC utilizada em cada fase.

A % RFC utilizada é uma boa referência para avaliação da carga estressora, por isso foi adotada para se analisar a magnitude da carga estressora na rotina dos cadetes aviadores pesquisados. Lembrando que ela sofre alterações devido à temperatura do ambiente de trabalho, também quanto à proporção do trabalho estático em relação ao dinâmico e em função do número de músculos envolvidos (DUARTE, *et al.*, 2003).

Os resultados encontrados na planilha de cálculo da %RFC foram analisados estatisticamente. O número de registros de FC por fase e as médias de %RFC encontradas na pesquisa são apresentadas na tabela 4.4.1.

TABELA 4.4.1 – Percentuais médios da reserva de frequência cardíaca utilizados nas 12 fases de atividades da jornada dos cadetes (4º ano, CFOAv, AFA, 2009)

Fases laborais	Número de registros de FC	Média de %RFC
Fase 9	1685	58
Fase 6	653	47
Fase 8	1270	29
Fase 10	1008	24
Fase 3	3258	23
Fase 7	1509	21
Fase 4	1978	20
Fase 11	553	20
Fase 1	1038	20
Fase 5	4153	18
Fase 12	690	17
Fase 2	4671	16
Média geral de %RFC		26
Soma Registros	22466	

Observa-se na tabela 4.4.1 que as fases 2 e 5 são as mais densas em registros de frequência cardíaca (4671 e 4153), porque ocuparam maior tempo no conjunto de rotinas dos cadetes-aviadores pesquisados, no entanto não foram fases exigentes em relação ao estresse registrado através da % RFC, sendo que na fase 2, a média dos registros mostra que os cadetes trabalharam utilizando apenas 16% da reserva de frequência cardíaca (RFC) e na fase 5, a média de registros acusou 18% da RFC.

A diferenciação das fases 2 e 5 foi feita apenas quanto ao período do dia, porém as atividades eram as mesmas, sendo que a fase 2 referente ao período da manhã (até as 12 horas) e as da fase 5 ao período da tarde (após as 12 horas e até as 18h30min).

Deve-se considerar que a média de reserva de frequência cardíaca (RFC) calculada para a amostra foi de 134 batimentos por minuto. A RFC é a faixa de batimentos cardíacos que fica entre a frequência cardíaca máxima ($FC_{Máx}$) e a frequência cardíaca de repouso (FCr).

De acordo com Anjos e Ferreira (2000, p.788) “ela expressa a intensidade da atividade relativamente à capacidade funcional máxima dos indivíduos, sendo particularmente útil na ausência de medida metabólica”.

Em contraste as fases 9 e 6 foram as mais exigentes em relação ao estresse provocado, sendo que na fase 9, a fase do vôo, a reserva de frequência cardíaca utilizada atingiu em média 58 %, demonstrando o quanto parece ser uma atividade estressora.

Embora no vôo não haja movimentação corporal significativa, pois a exigüidade espacial da nacele da aeronave não permite, deve-se considerar as características do trabalho do piloto na aeronave militar, que se concentra na utilização de poucos grupos musculares que funcionam predominantemente no trabalho isométrico e pouco trabalho isotônico, que segundo Duarte, *et al.* (2003) pode estimular o aumento de frequência cardíaca.

A fase 6, que é a fase de atividade física, apresentou um percentual médio da RFC um pouco menor do que a fase 9. No entanto a diferença está no tipo de agente estressor, que nesse caso foram os exercícios físicos.

Os cadetes pesquisados participaram das atividades de treinamento físico utilizando 47% da RFC e o estresse gerado corresponde a resposta fisiológica da demanda física da atividade. No entanto tanto a fase 9, quanto a fase 6 apresentaram baixo número de registros de FC, (1685 e 653, respectivamente) se comparados às fases 2 e 5.

A figura 4.4.1 apresenta as médias de % RFC e as fases de atividade de rotina. A média de utilização de RFC nas doze fases da rotina foi de 26 %.

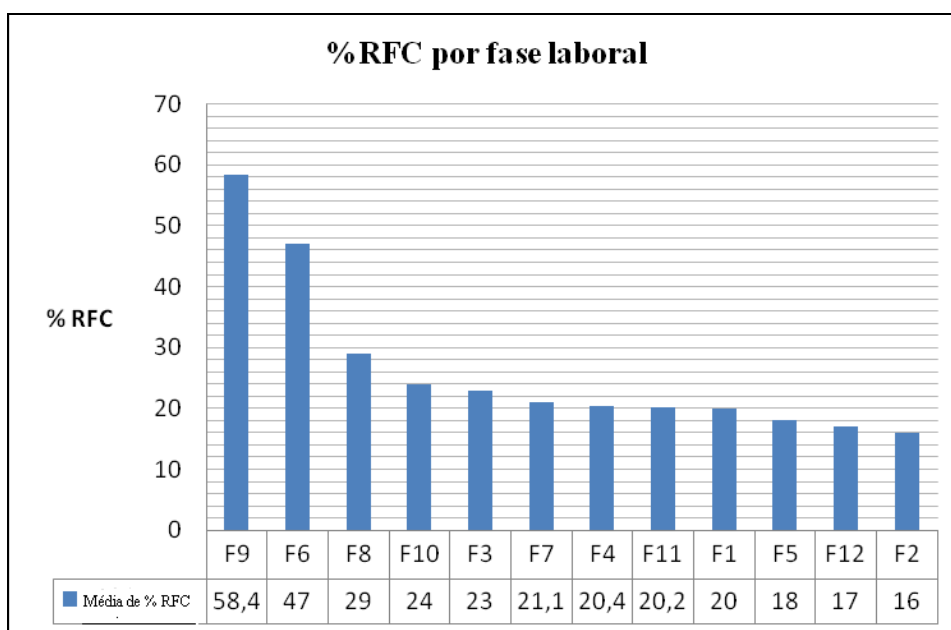


FIGURA 4.4.1 - Distribuição das médias de %RFC nas fases de atividade laboral cadetes-aviadores, CFOAv, 4º ano, AFA, 2009

Na tabela 4.4.2 são apresentados o número de registros de frequência cardíaca por tempo e por fase, de forma decrescente também em requisição temporal obtidos da rotina do grupo estudado.

TABELA 4.4.2 - Número de registros de FC por tempo e por fases ao longo do tempo de pesquisa cadetes-aviadores, 4º ano, CFOAv, AFA, 2009

Fases	Registros de FC	Tempo (min)
F2	4671	1167,8
F5	4153	1038,3
F3	3258	814,5
F4	1978	434,5
F9	1685	421,5
F7	1509	377,3
F8	1270	301,8
F1	1038	259,5
F10	1008	252
F12	690	172,5
F6	653	163,3
F11	553	138,3
SOMA	22466	5541,3

Seguem as análises e comparações resultantes do Tukey-Kramer Multiple-Comparison test para as doze fases de atividades de rotina dos cadetes-aviadores. Tabela 4.4.3 apresenta os termos das análises dos dados do teste entre as fases. A seguir as proposições do teste.

TABELA 4.4.3 – Análise do Tukey-Kramer Multiple Comparison Test*

Fase	Ocorrência	Médias	Diferença entre grupos analisados	Semelhanças
F2	4671	0,156168	F5, F1, F11, F4, F7, F3, F10, F8, F6, F9	F2, F12
F12	690	0,168362	F1, F11, F4, F7, F3, F10, F8, F6, F9	F2, F5, F12
F5	4153	0,176846	F2, F1, F11, F4, F7, F3, F10, F8, F6, F9	F5, F12
F1	1038	0,198401	F2, F12, F5, F3, F10, F8, F6, F9	F1, F4, F7, F11
F11	553	0,202297	F2, F12, F5, F3, F10, F8, F6, F9	F11, F1, F4, F7
F4	1978	0,204338	F2, F12, F5, F3, F10, F8, F6, F9	F4, F1, F7, F11
F7	1509	0,210828	F2, F12, F5, F10, F8, F6, F9	F7, F1, F3, F4, F11
F3	3258	0,225414	F2, F12, F5, F1, F11, F4, F8, F6, F9	F3, F7, F10
F10	1008	0,238314	F2, F12, F5, F1, F11, F4, F7, F8, F6, F9	F10, F3
F8	1270	0,287213	F2, F12, F5, F1, F11, F4, F7, F3, F10, F6, F9	F8
F6	653	0,465237	F2, F12, F5, F1, F11, F4, F7, F3, F10, F8, F9	F6
F9	1685	0,58387	F2, F12, F5, F1, F11, F4, F7, F3, F10, F8, F6	F9

*Alpha= 0.05/ MSE= 2.082038e-02/ Critical value= 4.621669

4.4.1 A fase 2 só é igual a fase 12.

A fase 2 (16 % RFC) correspondeu a atividades de: aulas na DE, aulas no EIA, estudos, reuniões, uso de computador com postura predominantemente sentada, que acontecem na parte da manhã. Tal resposta pode estar também representando um maior descanso orgânico dos cadetes, pois ainda não ultrapassaram a metade do dia e as atividades se apresentam com menor nível de exigência. Isso pode ser comparado com uma leve elevação na fase 5, que tem as mesmas atividades, mas após o almoço, na parte da tarde, organicamente os cadetes já foram mais requisitados.

A fase 12 (17 % RFC) correspondeu a atividades no simulador de vôo. É um conjunto de atividades que se faz sentado, sendo baixo o nível de requisição física, por se tratar de simulação. Com certeza o baixo nível de resposta cardiovascular, provavelmente se deve ao fato do cadete ter consciência que este é um exercício de simulação não envolvendo riscos, o que deve gerar menor estresse mental e emocional, estimulando pouco o sistema nervoso autônomo (SNA) simpático.

O Sistema Nervoso Autônomo tem como principal função a manutenção da homeostase durante o repouso, respondendo prontamente quando um agente estressor ameaça o equilíbrio orgânico.

Durante esse tipo de trabalho o SNA parece ser pouco incomodado. O SNA, ativado pelo sistema límbico, que compreende estruturas complexas como: as amígdalas, o tálamo, hipocampo, no tronco cerebral, hipotálamo, e porções do córtex cerebral, na área pré-frontal, responde aos estressores que se apresentam ao indivíduo como ameaça à sua integridade (LOURES, *et al.* 2002).

Segundo Guyton (1973) o comportamento é uma função de todo sistema nervoso e não de uma determinada porção, todavia o que interessa na discussão que se segue são os tipos especiais de comportamentos associados a emoções, impulsos subscientes sensitivos e motores e sensações intrínsecas de dor e prazer. Todo esse aparato de funções se desenvolve, de forma especial, nas estruturas subcorticais, como o hipotálamo e as áreas adjacentes ligadas à emoção, mais especificamente no sistema límbico.

Na verdade o cadete está fazendo um estudo, ou um ensaio prático do que acontecerá no vôo real e sua baixa resposta de FC se deve, ao que parece, ao baixo envolvimento de risco e conseqüente resposta emocional, mesmo que esteja sendo avaliado, considerando que, um fator estressor preponderante, o risco de morte por um erro de operação ou decisão, conscientemente não está operando.

Lembrando ainda que a FC não sofreu aumento no estudo em simulador, pois as condições ambientais, desfavoráveis numa aeronave, como o calor, vibrações e presença do instrutor, não se reproduzem fielmente no simulador, por ser essa uma área climatizada, devido a natureza do equipamento ali presente.

Dessa forma as duas fases de atividades foram as que menos exigiram dos cadetes, pela baixa requisição física e uma requisição emocional que não chega a ativar as vias simpáticas, responsáveis pela elevação a FC (o parâmetro utilizado como referência para comparação no teste).

4.4.2 A fase 12 não se diferencia das fases 2 e 5.

A fase 5 (18 % RFC) correspondeu ao mesmo trabalho realizado na fase 2 (16 % RFC), diferenciando-se pelo período do dia, que nesse caso aconteceu após às 12 horas. Astrand, *et al.* (2006) afirma que nos seres humanos várias das funções fisiológicas, tais como a FC, o consumo de oxigênio, a temperatura retal, a excreção de potássio e secreção de catecolaminas, esses últimos, através da urina, sofre alterações de ritmo produtivo durante as 24 horas do dia, conhecido com ritmo circadiano.

Tais valores alcançam níveis mais baixos durante a noite e mais altos durante o dia, com um pico de elevação no período da tarde (entre 14 e 16 horas). O organismo age segundo os ditames de um relógio biológico, que funciona, em média da mesma maneira para a maior parte das pessoas, existindo, no entanto, exceções, naturais e as provocadas por trabalhos em turnos.

Na composição das fases, propositadamente fez-se a distinção de períodos do dia para as mesmas atividades (fase 2, período da manhã e fase 5, período da tarde), pois se almejava verificar se haveria diferenças entre os períodos do dia. Houve uma diferença considerada estatisticamente não significativa.

As atividades apresentaram baixa requisição física e emocional, não provocando elevação relevante da frequência cardíaca. A fase 12 (17 % RFC) e a fase 2 já foram comparadas e as diferenças de %RFC em resposta aos fatores estressores também não são estatisticamente significativas.

4.4.3 A fase 5 só é igual à fase 12.

Baixa requisição física e emocional, na fase 5 (18% RFC) que, provavelmente, por influência do período do dia teve sua requisição de % RFC, maior que a fase 2 e bem próxima da fase 12 (17% RFC), que envolve um pouco mais de participação emocional. Afinal se está em um simulador e ainda que, se esteja consciente que o risco de morte não existe, um erro decisório ou uma ação equivocada do cadete, redundará apenas numa avaliação inferior. As duas se equivaleram, provavelmente, porque o simulador provoca uma relativa estimulação da FC, uma vez que se está respondendo a tarefas componentes de um exercício de vôo.

4.4.4 A fase 1 não se diferencia das fases 4, 7 e 11.

Na fase 1 (20 % RFC) aconteceram as seguintes tarefas: arrumação do quarto, higiene pessoal, arrumar a farda, arrumar a cama, vestir-se, tomar café. São atividades leves, mas que exigiram um provável nível aleatório de movimentação, se comparado às demais, pois se intercalam atividades sentadas, de pé, andando, curvando-se, banhando-se, enfim uma variedade de possibilidades motoras que alteram a FC, mesmo que não sejam pesadas.

Na fase 11 (20 % RFC) o cadete estava deixando as atividades, principalmente no Esquadrão Instrução Aérea (EIA) o que envolveu um componente emocional de final de dia, que deve estar somando fadiga e movimentação para dar conta de guardar material, auxiliar no balcão de operações e fazer a revisão de escala de vôo para o próximo dia, fato que sempre causa um pouco estresse. Essa é a fase que finaliza das atividades realizadas no período diurno.

Parece haver um fator estressor possivelmente ligado ao tempo em que se deve realizar essas tarefas, que são pressionadas pelos compromissos seguintes, que envolvem as atividades do pernoite, com horário fixado pelo Corpo de Cadetes para seu início, exigindo a presença obrigatória de todos.

Na fase 4 (20 % RFC) aconteceram as atividades de alimentação e outras tarefas leves, como assistir TV, leitura de lazer, consultar internet, sentar-se ou ficar em pé para conversar de forma lúdica.

Essas atividades fomentaram algum estímulo da FC, pois foram atividades, na maior parte, envolvendo alguma movimentação aleatória, mas maior sociabilidade e a conseqüente

concorrência do componente emocional. Provavelmente, a fase pode ter apresentado uma ligeira elevação da FC em consequência do custo energético da alimentação.

Na fase 7 (21 % RFC) que aconteceu, predominantemente neste estudo, na parte da manhã, foi o momento de chegada ao EIA e o momento em que se recebe as instruções (briefing) gerais ao esquadrão. Em alguns casos, após esse briefing geral, aconteciam provas teóricas relativas às tarefas de vôo. Possivelmente existia aqui maior requisição do componente cognitivo-emocional, pois o componente físico foi pouco requisitado, uma vez que essas atividades foram realizadas na posição sentada e tomando notas.

Foram momentos de atenção que geraram, provavelmente, alguma tensão emocional, por estar iniciando o dia, na presença do comandante do EIA e anotando uma série de instruções sobre as tarefas a serem realizadas nesse dia.

4.4.5 A fase 11 não se diferencia das fases 1, 4 e 7.

Pelas mesmas razões acima expostas. Sugere-se que na fase 1 (20 % RFC) e na fase 11 (20 % RFC) a movimentação corporal pode ter sido maior que na fase 4 (20 % RFC) e 7 (21 % RFC) que ficaram mais dependentes do componente cognitivo-emocional.

4.4.6 A fase 4 não se diferencia das fases 1, 7 e 11.

A pouca diferença, provavelmente, foi devido ao estímulo fisiológico de ingestão calórica, que acontece nas refeições, ou quando não nessa situação, talvez pelo componente emocional de envolvimento social do grupo em atividades, conversas, gestos, brincadeiras, uma expansão comportamental num dos raros momentos para isso numa academia militar. Outro momento em há uma expansão comportamental é durante as aulas de Educação Física. A fase 4 (20 % RFC) e a fase 7 (21 % RFC) são mais parecidas por terem um misto de componente cognitivo-emocional. As fase 1 (20 % RFC) e 11 (20 % RFC) se caracterizam mais por um componente aparentemente psicomotor, pois ambas envolvem uma série de movimentações aleatórias.

4.4.7 A fase 7 não se diferencia das fases 1, 3, 4 e 11.

A fase 7 (21 % RFC) e a fase 4 (20 % RFC) estavam mais envoltas com as questões comportamentais e cognitivo-emocionais e menos com as atividades motoras iguais a fase 1 (20 % RFC) motora, mas muito leve e fase 11 (20 % RFC) motora, leve, embora a fase 3 (23 % RFC) tenha apresentado um componente motor mais incrementado que as fases 1 e 11, pois tratou de deslocamentos, alguns mais cansativos, como a parada militar das 11h20, com todos os esquadrões, envolvendo a marcha em formatura.

As demais atividades compreenderam deslocamentos de leves a moderados, mostrando assim que, provavelmente, o componente cognitivo-emocional da fase 7 pode ter se igualado, à fase 3, considerando a resposta cardiovascular um pouco mais elevada, que é essencialmente motora, sem ser sistematizada e intensa, como no período de treinamento físico, que ocorre na fase 6.

Assim se constatou que o componente emocional, que não é algo tangível, ou objetivamente observável, como o componente motor, pode ter exercido influência considerável na resposta do sistema cardiovascular à situação estressora. Além disso, é plausível considerar que as tarefas são intermitentes, ou seja, sentar-se, levantar-se, andar mais rápido, eventualmente uma rápida corrida. Esse tipo de resposta eleva rapidamente a FC, embora não se mantenha como nos casos do trabalho motor da atividade física e o estresse gerado durante o voo, conforme se verá adiante.

4.4.8 A fase 3 não se diferencia das fases 7 e 10.

Aqui novamente uma diferenciação entre as fases, pois se tem a fase 7, que é uma fase sedentária, mas aparentemente tensa dada às tarefas e instruções fornecidas a todos e que deverão ser cumpridas a partir do briefing geral no EIA. Isso pode produzir uma discreta elevação da FC em resposta ao estresse emocional. Na fase 7 os cadetes utilizaram em média 21% da RFC.

A mesma situação aconteceu na fase 10 (24 % da RFC), que foi o debriefing, ou seja, a fase em que o instrutor faz as suas observações e avaliação no pós-voo. Para o cadete esse é

um momento relativamente estressor, pois erros significam problemas para o seu progresso nas tarefas de vôo e até mesmo a continuidade de seu programa de aprendizado do vôo.

Ora esse é um componente predominantemente emocional, com pouca carga motora, se considerarmos o debriefing ocorrendo imediatamente após o término do vôo, pois o cadete deve deixar a aeronave, já numa FC mais alta e deslocar-se para o EIA rapidamente para a reunião com seu instrutor.

Têm-se aqui duas fases com componentes predominantes na área emocional e outra, a Fase 3 (23 % RFC) com um componente quase que envolve movimentação.

É importante destacar que o agente estressor causa no organismo uma resposta para poder enfrentar o desafio, não importa se ele põe em risco sua vida, ou faz correr, atacar, ou ainda responder emocionalmente de forma a reter impulsos que estressam sem que esboce um movimento. Estatisticamente não há significância entre as três fases citadas, mas de forma comportamental parecem existir diferenças marcantes, sobretudo na fase 3 em relação às outras duas outras fases.

Para o teste de comparação aplicado as diferenças encontradas não foram significativas, pois estresse é compreendido pelo organismo, segundo a Teoria da Adaptação Geral, de Hans Selye, como resposta do corpo a alguma exigência que o está pressionando (PEREIRA, *et al.*, 2001).

Pouco importa ao corpo se essa exigência é emocional ou física, mas é reconhecida como pressão e ameaça, a reação de estresse essencialmente mobiliza as defesas do organismo, através de um sistema bioquímico, desenvolvido para reagir aos agentes estressores, isso inclui aumento de secreção e liberação de adrenalina, aumento da FC, da pressão arterial, de glicose no sangue, ou seja, adaptações rápidas mobilizando o organismo a enfrentar, ou fugir do agente estressor, sendo reações orquestradas pelo sistema nervoso simpático e particularmente o sistema límbico, que é um sistema relacional (PEREIRA, *et al.*, 2001).

Cada indivíduo responde às mesmas pressões de forma diferente, mesmo que ambos estejam na mesma situação, pois considera que cada pessoa tem um nível suportável de tensão, que depende da habilidade do indivíduo de interagir com essas pressões (PEREIRA, *et al.*, 2001).

Isso pode explicar a diversidade de formas de responder ao estresse, encontrada no grupo de cadetes aviadores pesquisados, submetidos às mesmas atividades.

4.4.9 A fase 10 só é igual à fase 3.

A diferença entre elas é estatisticamente insignificante, porém houve a diferenciação do componente motor da fase 3 (23 % RFC) e do componente cognitivo-emocional da fase 10 (24 % RFC). Em ambas as fases a discreta elevação da FC aconteceu por motivos diferentes, mas parecem ter se igualado num nível moderado de exigência fisiológica, ou seja, o organismo respondeu através da FC, quase da mesma forma. Mais uma vez, não fez diferença que tipo de agente estressor estava pressionando o indivíduo.

4.4.10 A fase 8 é diferente de todas as demais.

A fase 8 (29 % RFC) apresentou um componente estressor considerável, tal como a fase 10 (24 % RFC), embora estatisticamente se diferencie de todas as demais, pois possui o elemento cognitivo-emocional do briefing, ou seja, o momento em que o instrutor passa todas as coordenadas e instruções de como deverá ser o voo, o que ele espera que o cadete realize, bem como os óbices próprios de cada missão.

Pelas evidências e as observações coletadas junto aos cadetes, o voo de formatura com duas ou quatro aeronaves parecem ter componentes estressores elevados para a maioria dos cadetes. São muitos fatores de risco em jogo. As aeronaves voam em formação variada, segundo a missão, mantendo distância adequada uma da outra comandada, predominantemente, pela percepção visual e instruções via rádio.

Numa pesquisa realizada por Kube (2000) com 41 cadetes-aviadores do 4º ano do CFOAv da AFA, que responderam em 1999 a um questionário sobre os sintomas de estresses vivenciados em três tipos de voo (solo, por instrumentos e em formatura), vem confirmar o fato de que o estresse é vivenciado individualmente e de forma pessoal, demonstrando diferentes níveis de tensão que cada um consegue desenvolver como seu limite.

Alguns relataram não terem nenhuma sensação de estresse ou desconforto, para qualquer um dos voos citados, para estes, as requisições dos diferentes voos foram citadas como “estimulantes”, sem esquecer que estimulante, também é estressora, sem, aparentemente se apresentar como ameaça à integridade do indivíduo.

Deve ser considerado que existe um estímulo da FC que pode ser, possivelmente, uma resposta da movimentação pós-briefing, uma vez que o cadete deve correr para a

aeronave, fazer sua inspeção externa, ocupar a nacele e proceder padronizadamente em todos os seus atos, preparando-se para o voo.

Nessa fase, ao que tudo indica, houve também o fator expectativa, ou melhor, dizendo, prontidão psicomotora. Então a fase realmente não se igualou a nenhuma outra, pois está no limiar de um trabalho cardiovascular moderado para um trabalho cardiovascular um pouco mais intenso.

4.4.11 A fase 6 é diferente de todas as demais.

Na Fase 6 (47 % RFC) o cadete executou atividades físicas, que envolveram componentes de resistência aeróbica, resistência muscular localizada, força, flexibilidade, velocidade, entre outras, durante 90 minutos. Nessa fase o componente foi exclusivamente físico e tangível, com elevada exigência músculo-esquelética, cardiovascular e respiratória, em comparação às demais atividades anteriormente discutidas. O aumento da FC é inerente à própria atividade.

4.4.12 A fase 9 é diferente de todas as demais.

A fase 9 (58 % RFC) foi a fase na qual se enquadra a atividade propriamente de voo. O voo foi o componente, dentro da rotina dos cadetes aviadores pesquisados, aparentemente, mais estressor entre todas as demais atividades, considerando a resposta da FC. Nessa fase a presença dos elementos de ordem psicofisiológica, emocional, física e cognitiva, foram somados a um ambiente naturalmente estressor, de uma atividade naturalmente complexa e que parece ser mais complexa ainda para o cadete, que está na fase de aprendizagem.

Considere-se o fato de que tanto o cadete quanto o instrutor, estão envolvidos num complexo processo de avaliação que exige de cada uma das partes, a todo o momento, esforços para minimizar os erros e os riscos do voo dentro de parâmetros e procedimentos pré-estabelecidos, desde o briefing (fase 8).

Afinal a tarefa de um aviador, segundo Wisner (1994) requer atenção, concentração, percepção, acuidade visual e auditiva, tomada de decisões rápidas, memória de longo e curto

prazo, coordenação motora global, coordenação motora fina, excelente capacidade orgânica geral para suportar as diferenças de temperatura e de pressão do “cockpit”, ou nacele da aeronave, condições orgânicas para suportar a hipóxia, o ruído, a vibração, força para manejo dos alguns dispositivos internos, além das variantes externas.

Parece haver poucas dúvidas sobre a relação das altas exigências psicofisiológicas e a resposta cardiovascular elevada, tangível através da monitoração da FC durante a atividade.

Houve um aumento da FC em resposta a vários agentes estressores, tais como, o fato de estar sendo avaliado pelo instrutor de vôo, o nível de tarefa do vôo e os demais fatores próprios da aviação, como os ruídos, a alta ou baixa temperatura na nacele, as vibrações da aeronave, as forças acelerativas, e outros tantos fatores que podem influenciar uma elevação, no caso do atual estudo, da frequência cardíaca como resposta fisiológica ao conjunto de exigências da atividade.

Tais respostas da FC superaram, em média, ainda que sentado na nacele da aeronave, às respostas de FC das atividades físicas naturais do treinamento físico realizadas pelo grupo pesquisado.

Wells; Balke; Van Fossand (1957) baseados numa FC_{máx} de 200bpm, propuseram uma classificação pautada na FC, apresentada na tabela 4.4.4, na qual mostra os níveis de utilização da % RFC.

TABELA: 4.4.4 Níveis de utilização de % de RFC

Nível de exigência	FC máxima	% RFC
Repouso	< 70	
Leve	71 - 100	< 23
Moderado	101 - 120	24 - 38
Exigente	121 - 140	39 - 54
Fatigante	141 - 160	55 - 69
Estafante	161 - 180	70 - 85

(Wells; Balke; Van Fossand, 1957)

Para ilustrar o nível de estresse dos cadetes pesquisados, com base na tabela de Wells; Balke; Van Fossand (1957) apresentou-se a classificação da amostra pesquisada envolvendo as fases de atividades, com base na porcentagem da reserva de frequência cardíaca (%RFC), ou seja, na magnitude das reações da FC ao estresse que cada fase ou grupo de fases impôs aos sujeitos pesquisados neste estudo.

Na tabela 4.4.5 se pode comparar a média de % RFC por fase e o nível de exigência que cada fase apresentou em termos de resposta ao estresse.

TABELA 4.4.5 - Classificação do nível de estresse com base na % RFC por fase de atividades para cadetes-aviadores pesquisados (CFOAv do 4º ano em 2009)

Fases de atividades	Médias de % RFC	Níveis de solicitação
Fase 2	16	Leve
Fase 12	17	Leve
Fase 5	18	Leve
Fase 1	20	Leve
Fase 11	20	Leve
Fase 4	20	Leve
Fase 7	21	Leve
Fase 3	23	Leve
Fase 10	24	Moderado
Fase 8	29	Moderado
Fase 6	47	Exigente
Fase 9	58	Fatigante

Baseado nas tabelas acima expostas, poder-se dizer que durante as doze fases de atividades, os cadetes pesquisados apresentaram um nível de utilização do % RFC , em média, moderado, considerada a média de 26 % RFC obtida pelo grupo.

4.5 GASTO ENERGÉTICO LABORAL MÉDIO DOS CADETES AVIADORES DO 4º ANO DO CFOAv. DA AFA EM 2009

A carga de trabalho envolveu o gasto energético (GE) cotidiano dos cadetes, que por sua vez foi calculado a partir de registros de tempo-atividade, permitindo estimar o gasto energético laboral médio, estabelecer do valor de potência aeróbica máxima (PAM) individual compatível com as solicitações laborais rotineiras e definir o referencial mínimo desejável de Aptidão físico-profissional aeróbica. (AFP) da amostra de cadetes aviadores.

A hipótese da tese é que o gasto energético médio de trabalho rotineiro dos cadetes do 4º ano do CFOAv da AFA, em 2009 não ultrapassa a 20% da potência aeróbica máxima (PAM), considerando que a jornada laboral média dos cadetes aviadores estudados foi de 11 horas e 35 minutos e que em referência ao trabalho de Monod (1992) jornadas acima de 11 horas requerem um gasto energético inferior a 20% da potência aeróbica máxima (PAM). Caso a jornada média fosse de 8 horas diárias o gasto energético médio não deveria ultrapassar a 40% da PAM (MONOD, 1992).

Os registros de tempo-atividade foram analisados a partir de dados da rotina dos cadetes, relatados na Ficha de Registro de atividades laborais (APÊNDICE B) e Ficha de Registro de atividades em vôo (APÊNDICE C), consideraram as atividades laborais e o tempo em cada uma das atividades, para todos os 35 arquivos.

Com isso o gasto energético (GE) compondo a carga laboral foram obtidos, pela utilização da Tabela de Gasto Energético do Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities, do American College of Sports Medicine (ACSM), 1993, atualizado 2000. (ANEXO A).

As atividades foram analisadas e calculadas em equivalentes metabólicos (MET) no tempo total da rotina de cada dia e em MET por minuto (MET/min). O consumo de oxigênio em mililitros de oxigênio por quilogramas de peso corporal ($\text{ml O}_2/\text{kg}$) e em mililitros de oxigênio por quilogramas de peso corporal por minuto ($\text{ml O}_2.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Cada equivalente metabólico (MET) é igual a $3,5 \text{ ml O}_2.\text{kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

A partir dos resultados sobre o gasto energético (GE) e a estimativa de carga laboral média foi possível calcular a potência aeróbica máxima (PAM) individual, que se mostrasse compatível com as solicitações laborais rotineiras desses cadetes, definindo um referencial mínimo como indicador de Aptidão físico-profissional aeróbica, (AFP) do grupo estudado. Lembrando que a AFP é definida como condição física necessária para suportar as demandas físicas de uma ocupação profissional de rotina, sem perder a eficiência do desempenho e sem prejuízo da saúde.

Importante esclarecer a denominação adotada nas atividades da tabela 4.5.1, ou seja, as referentes ao vôo, que compreendem dezesseis categorias com algumas modalidades que vão se tornando mais complexas até a última, que o MAC 16, solo. Assim existe o vôo por instrumento, o vôo em formatura e solo, que está na categoria de manobras e acrobacias (MAC), cada etapa tem uma numeração que indica complexidade crescente.

A tabela 4.5.1 apresenta os dados referentes ao levantamento do gasto energético (GE), utilizando a tabela do American College of Sports Medicine (AINSWORTH , *et al.*, 1993) gerando arquivos da amostra com atividades predominantes em cada coleta de dado.

TABELA 4.5.1 – Gasto Energético (GE) geral dos cadetes-aviadores 4º ano, CFOAv da AFA em 2009

Arquivo	Sujeito	Massa (kg)	Tempo total (min)	Custo total (MET)	Custo relativo (MET/min)	VO ₂ (ml/kg)	VO ₂ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Atividade prevalente
1	A1	80	402	880	2,1	3107,4	7,3	Instrumento
2	A2		819	1827	2,4	6508	8,3	Serviço
3	A3		711	1450	2,3	5078	8,3	Instrumento
4	B1	71	765	1821,1	2,2	6375,8	8,1	Simulador
5	B2		730	2173,5	3	7718,2	11	Marcha/musculação
6	B3		672	1863	3	6627	11	Musculação
7	B4		753	1655	2,3	5789	8	Instrumento
8	C1	59	694	1560	2,4	5509	8,6	Instrumento
9	C2		880	1853,3	2,2	6552,4	7,7	Instrumento
10	C3		602	1181,5	2,4	4148	8,2	DE
11	D1	65	561	1232,3	2,4	4461	8,4	Formatura
12	D2		630	1665	4	5845,4	13,4	DE/EF
13	D3		713	1580,6	2,2	5634,2	7,8	Formatura
14	DG1	88	608	2260,5	4	8084,4	14	DE/EF
15	DG2		760	1545,5	2,2	5409,6	7,7	Mac 08
16	DG3		702	1524,3	2,2	5374,2	7,6	Solo mac 10
17	DG4		750	1671,5	2,2	5885	7,8	Mac 11
18	G1	71	777	1720	2	6100	7	Formatura
19	G2		768	1678	2,2	6024,1	7,8	Formatura
20	G3		709	1794,5	2,8	6268,3	9,9	DE/EF/corrida
21	G4		594	1214	2	4236,3	7	DE/EF musculação
22	J1	65	710	1756,3	2,4	6098,9	8,5	Mac 10/mac 11
23	J2		693	1479	1,9	5207,1	6,5	Formatura
24	J3		634	1671	2,6	5888,1	9,2	DE/EF musculação
25	J4		685	1805,9	2	4987	7	EIA s/ vôlei
26	K1	62	687	1348	2	4740	7	Instrumento
27	K2		780	1600	2	4978,1	7	Solo mac 16
28	K3		643	1315	1,8	4554,3	6,5	Instrumento
29	R1	88	699	1604,5	2	5631,2	7,2	Formatura
30	R2		711	1995	2	6202	8	Solo mac 16
31	R3		737	1553	2	5020,2	7	Serviço/opo
32	S1	68	717	1535	2,1	5377,8	7,4	Instrumento
33	S2		684	1448,2	2,2	5052	8	Simulador
34	S3		654	1313,2	2	4642,1	7	EIA s/ vôlei
35	S4		695	1386	1,9	4752	6,5	Instrumento
Médias		71,7	695,11428	1598,8771	2,3257142	5539,0314	8,22	
TT			11h35min					

A tabela 4.5.2 apresenta os dados de gasto energético por fase (GE Fase) de atividades da rotina laboral dos cadetes pesquisados. As fases são as mesmas do quadro 4.3.1 que foi apresentado na seção 4.3 (fases de atividades de rotina do cadete-aviador do 4º ano do CFOAv da AFA em 2009).

TABELA 4.5.2.- Gasto Energético por fase (GE F) de atividades da rotina laboral de cadetes aviadores 4º ano do CFOAv da AFA, em 2009

GE/Fase	MET absoluto	Tempo (min)	Nº registros da fase	MET Total (Met/nº reg).	MET/(min)
GE F3	9056,3	3380	89	102	2,7
GE F2	8863,6	5002	42	211	1,8
GE F5	8687,9	4584	42	202	1,9
GE F9	7217,7	1844	23	207	3,9
GE F4	4496,7	2245	38	118,3	2
GE F6	4337	671	8	542	6,5
GE F8	2816,3	1327	29	97,1	2,1
GE F7	2407,5	1506	22	109,4	1,6
GE F10	2332,3	1210	25	93,3	1,9
GE F1	2242,5	1162	34	66	1,9
GE F12	1940,2	693	9	216	2,8
GE F11	1373,8	748	23	60	1,8
Soma	55771,8	24372	384		

As quatro primeiras atividades, em termos de gasto energético expresso em MET absoluto, ou seja, quantidade de equivalentes metabólicos no tempo total de cada fase em todas as coletas de dados foram as fases em que o grupo estudado teve maior gasto de energia, perfazendo um total de 60,6 % do total de todo gasto energético nas doze fases.

Também as fases GE F3, GE F2, GE F5, foram as que mais requisitaram tempo e se repetiram por mais vezes para o grupo de cadetes avaliados.

As fases GE 2 e GE 5 são fases sedentárias por natureza, envolvendo estudos, reuniões, aulas na divisão de ensino, aulas no esquadrão de vôo, entre outras da mesma natureza. No entanto obtiveram os maiores registros de ocupação temporal, ou seja, boa parte do tempo-atividade de rotina dos cadetes foi utilizada para essas atividades.

A Fase GE 3 é uma fase que envolveu deslocamentos de todos os tipos, durante a rotina do cadete, exceto os exercícios realizados nos tempos dedicados ao treinamento físico. Do contrário o gasto energético se sobressaiu, no todo, devido também ao tempo total em que esses deslocamentos estão inseridos na rotina de atividades dos cadetes pesquisados.

A Fase GE 9 envolveu as atividades de vôo se apresentou com o quarto maior gasto energético das atividades de rotina dos cadetes, porém utilizando um tempo de atividade inferior ao da fase GE 4. No entanto o gasto energético em equivalentes metabólicos foi o segundo maior gasto de todas as atividades, perdendo apenas para a fase GE 6, que é a fase de treinamento físico.

As demais atividades, retirando as da fase GE 6 (6,5 MET/min) e GE 9 (3,9 MET/min) requisitaram um gasto energético médio de 2,05 MET/min. O que equivale dizer que a atividades do vôo (exclusivamente) e a atividade física requisitaram maior gasto energético entre todas as demais atividades que apresentaram baixa requisição energética, mesmo que apresentassem alocação de tempo bem maior que as fases acima citadas.

Sabe-se que a ergonomia tem se preocupado com a questão energética do trabalho, pois ela auxilia a definir algumas características próprias de cada tipo de atividade laboral.

Segundo Moreira (2005) a relevância dessa investigação reside na necessidade de se determinar o nível relativo de uma atividade laboral, além do conhecimento da distribuição do gasto energético e das cargas laborais em função da capacidade de cada indivíduo.

A figura 4.5.1 apresenta uma relação entre GE/MET total nas fases por minuto.

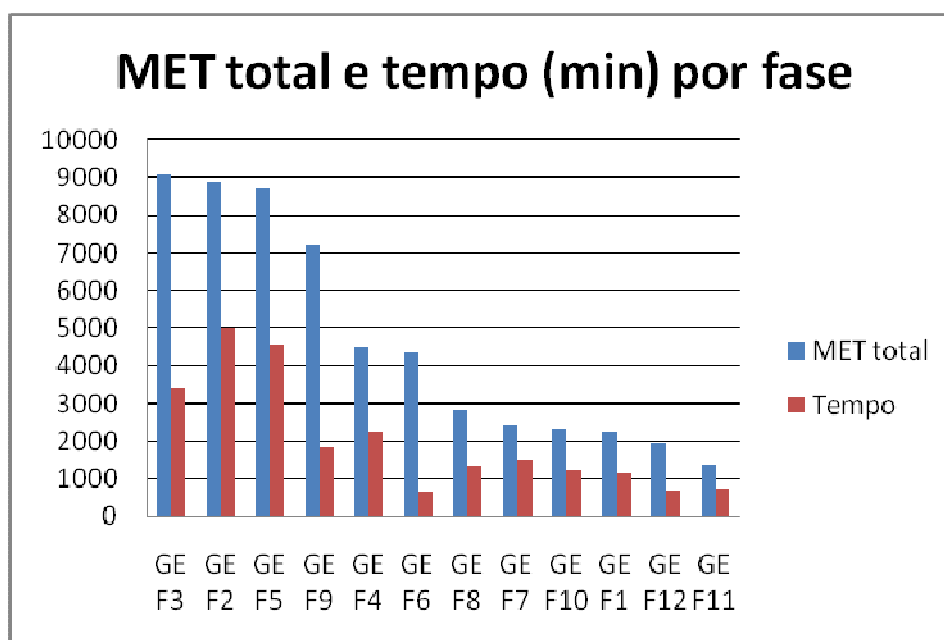


FIGURA 4.5.1 – Gasto energético (GE) em MET total e os tempos (minutos) das fases cadetes-aviadores, 4º ano, CFOAv, AFA, 2009

O gráfico torna mais visível a relação entre o gasto energético e o tempo que foi dedicado a cada fase. A fase GE 3, por ser uma fase de deslocamentos, apresentou um gasto energético elevado, ainda que para ela não tenha sido dedicado tanto tempo quanto nas fases GE 2 e GE 5, que são naturalmente sedentárias, mas têm um volume de tempo significativo para influenciar um gasto energético absoluto maior que as demais.

A fase GE 4, que corresponde às atividades de convívio social e principalmente alimentação, superou em gasto energético expresso em MET absoluto da fase GE 6, quando aconteceram os exercícios físicos, isso porque o tempo dedicado à fase GE 4 foi um pouco mais de três vezes superior ao tempo dedicado à fase GE 6.

O gasto energético da fase GE 6 foi grande, pois se trata de atividade de movimento explícito, no qual a demanda por energia é elevada. No entanto a fase 6 foi uma das fases mais pobres em alocação de tempo para os cadetes pesquisados, conforme já se comentou no capítulo anterior. Esse é um dado importante e será lembrado ao longo do trabalho atual.

Apresentando um gasto energético absoluto entre 3000 e 2000 MET, estão as fases GE 8, GE 7, GE 10 e GE 1, respectivamente, briefing (pré-vôo), briefing geral do esquadrão, debriefing (pós-vôo) e os cuidados pessoais. Em todas elas aconteceram uma série de movimentações e ações intermitentes que talvez tenham provocado um gasto energético relativamente baixo, no entanto são fases predominantemente sedentárias.

Ao contrário, quando considerados o estresse laboral, tendo como parâmetro a porcentagem de reserva da frequência cardíaca (%RFC) utilizada, a fase 8 (briefing) e a fase 10 (debriefing), são fases que se apresentaram entre as quatro mais estressantes encontradas no atual estudo.

As fases GE 12 (simulador) e GE 11 (atividades diversificadas de final do dia) foram fases que apresentaram o gasto energético em equivalente metabólico absoluto, relativamente baixo, também porque o tempo dedicado a essas atividades foi pequeno no conjunto de todas as fases. Ambas são atividades predominantemente sedentárias, com eventos esporádicos que requisitaram uma elevação relativamente baixa no gasto de energia.

O objetivo dessa rápida análise foi demonstrar que o gasto energético (GE) expresso em MET absoluto fica invariavelmente na dependência do tempo dedicado a cada uma das fases.

Quando aparece um grande gasto energético como nas fases GE 2 e GE 5, que são intrinsecamente fases em que prevalece o sedentarismo, o volume de tempo absoluto dedicado a essas fases fez a diferença, no entanto é necessário relativizar essa informação com o tempo alocado para cada atividade.

Sabe-se que as atividades foram alocadas em quantidades de tempo muito diferentes, assim uma análise mais apurada do gasto energético, que ofereça maior fidelidade à discussão, deve levar em consideração o quociente entre o gasto energético em MET absoluto e o tempo dedicado a cada fase, sendo o resultado, expresso em equivalentes metabólicos por minuto (MET/min).

A figura 4.5.2 apresenta graficamente os dados de equivalentes metabólicos por minuto e os cálculos dos intervalos de confiança para cada fase.

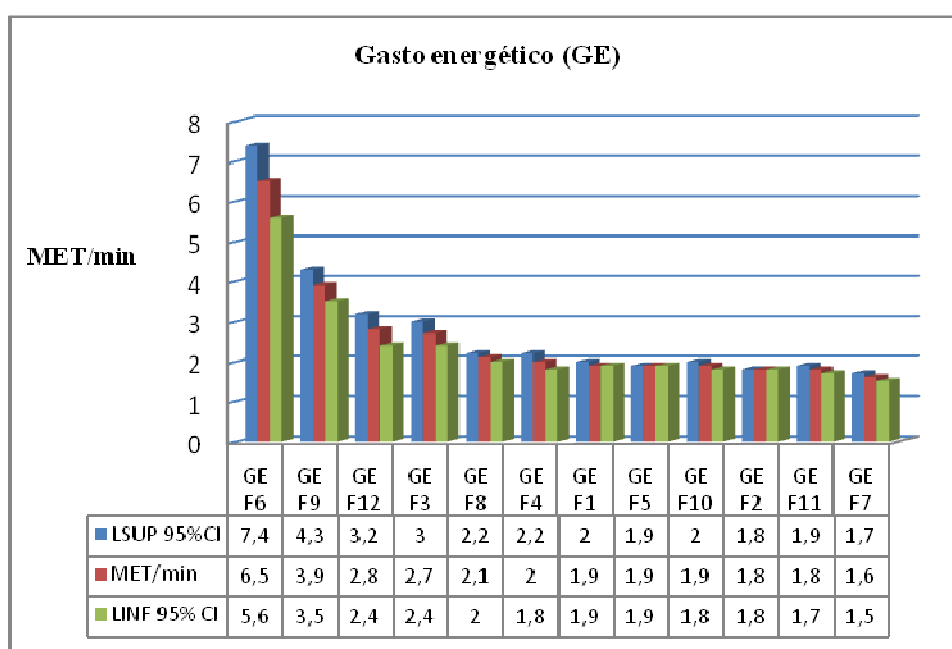


FIGURA 4.5.2 – Gasto energético por fase em MET/minuto e intervalos de confiança (CI) 95% superior e 95% inferior (cadetes-aviadores, 4º ano, CFOAv, AFA, 2009)

A fase GE 6 apresentou o maior gasto energético entre todas as fases, por ser a fase de grande movimento corporal, pois a atividade física é grande requisitante de energia. Embora seja o maior gasto energético foi a fase para a qual dedicou-se o menor tempo de trabalho (671 minutos dos 24372 minutos de todo o período da coleta de dados sobre gasto energético).

Isso quer dizer que apenas 2,7% do tempo total, foram utilizados para o treinamento físico entre os cadetes pesquisados, considerando tempo total com a fase de coleta de dados, ou seja, durante três meses de pesquisa.

Por ser uma instituição militar, e mais especificamente, formadora de oficiais aviadores da Força Aérea Brasileira, essa parece ser uma matéria que deve merecer estudos e

talvez, reconsiderações na forma de planificação mais criteriosa, com melhor distribuição de carga de trabalho ao longo da jornada laboral diária, através do incremento da qualidade e da quantidade de tempo alocado para a atividade física, mais específica para o cadete aviador, não só pensando em sua saúde, mas também na segurança de voo.

Essa questão é de importância, como já foi dito anteriormente, pois a atividade física desenvolve a aptidão física do aviador para que exerça as suas atividades de forma mais eficiente, considerando o aviador deve ter um bom programa de condicionamento físico, uma vez que poucas profissões são tão exigentes com a necessidade de uma aptidão física de alto nível, considerando a própria natureza das atividades nela desenvolvidas (TEMPORAL, 1983).

Parecem oportunas as observações que se seguem, pois podem trazer luz sobre a questão da intervenção institucional convencendo-se da importância e necessidade de se fomentar o treinamento físico específico para o aviador, com o objetivo de desenvolver a Aptidão físico-profissional adequada às suas demandas laborais, assegurando-lhe também benefícios para a saúde e qualidade de vida.

O conceito de aptidão física foi estudado por Palma (1998) em seu trabalho com aviadores civis de linhas comerciais. Para esse conceito existem vários enfoques e visões, mas destaca-se a orientação da Organização Mundial da Saúde (OMS) (PALMA, 1998).

A OMS define aptidão física como a habilidade de desempenhar um trabalho muscular satisfatório, que compreenda a resistência cardiorrespiratória, a força muscular, a resistência muscular e a flexibilidade, sendo essas qualidades determináveis por variáveis que vão desde a prática regular de atividade física, a dieta, fatores genéticos, entre outros.

Palma (1998) também levanta outro aspecto interessante sobre a aptidão física, a que está ligada à saúde ocupacional. A aptidão física pode estar relacionada a um melhor rendimento ocupacional ou laboral, para auxiliar o aumento da produtividade do indivíduo e diminuir o absenteísmo, o que favorece não só o indivíduo, como também aquele que o emprega. O indivíduo deve estar em seu melhor desempenho em favor das exigências de produtividade.

Argumenta ainda, que os níveis elevados de condicionamento físico podem não ser traduzidos como boa saúde, embora níveis adequados possam diminuir a morbidade e a mortalidade devido a doenças cardiocirculatórias, síndrome metabólica, obesidade entre outras que acometem em níveis elevados os aviadores, principalmente os da aviação comercial (PALMA, 1998).

Com esse trabalho sobre a aviação civil comercial, algumas observações podem servir a essa discussão. Sabe-se que as atividades de cabine do aviador, principalmente na aviação comercial ficaram mais informatizadas e automatizadas, isso influenciou a carga de trabalho do piloto, pois ele pouco tem o que fazer, senão gerenciar dados.

Relata-se que tal fato pode produzir tédio e muitas vezes sono, quando na verdade seu trabalho necessita de extrema atenção e prontidão para toda e qualquer eventualidade (MARTINS; SOARES; FALCÃO, 2009).

Aviadores de linhas comerciais, confrontando-se com a baixa requisição física de seu posto de trabalho, podem desprezar a necessidade de se manter com boa aptidão física, adicionando um importante fator humano sobre acidentes na aviação.

Portanto boa aptidão física ou então a aptidão física recomendada para tal atividade laboral é importante para a segurança do trabalhador e do trabalho. Moreira (1997) afirma que se melhor estiver em seu condicionamento físico, melhor será a capacidade do aviador para superar o desgaste psicofisiológico próprio da atividade.

Essa não é a realidade dos cadetes-aviadores avaliados nesta pesquisa, pois o seu posto de trabalho exige total atenção, prontidão e ação. Aqui não acontece o que Menezes (2008) cita em seu artigo sobre a “engenheirança” da sofisticação das aeronaves comerciais e militares de 4ª geração, ou seja, o piloto aqui deve ter, por estar numa escola de formação de pilotos militares, habilidades que vão sendo desenvolvidas progressivamente para que se possa pilotar integralmente uma aeronave.

No caso dos cadetes-aviadores e da aeronave utilizada como treinador, não há sistemas informatizados e automatizados para gerenciar, então, mais do que nunca a Aptidão físico-profissional aeróbica é importante para esses cadetes, pois o voo depende de suas habilidades de comandar a aeronave e isso tem um custo relevante, pois o estresse e a fadiga estão presentes, dado que no voo, as respostas de frequência cardíaca demonstram quanto o cadete-aviador é exigido fisiologicamente em resposta aos estressores, e a requisição energética da atividade, sendo uma atividade fatigante.

Exemplo disso é a fase GE 9, fase de voo, que apresenta gasto energético elevado, influenciada, provavelmente, de forma predominante pelos voos de manobras e acrobacias (MAC) e de formatura, que requisitam maior gasto energético do que o voo por instrumentos, esse último com movimentação bastante limitada, mas significativamente fatigante, pela quase total falta de movimentação corporal, com grande foco na tensão cognitivo-emocional.

Uma vez que o consumo energético parece estar ligado ao esforço físico, de alguma forma, o conjunto neuromuscular em ação durante os voos produz um gasto energético

considerável, ainda que não sejam aparentemente com movimentos amplos e constantes, mas talvez pelo movimento resistido, a força empregada, principalmente nas manobras de contração da musculatura das pernas e abdome para dar conta das acelerações “G”, objetivando manter o sangue na parte superior do corpo.

Os cadetes aviadores que voam aeronave de treinamento avançado, no 4º ano do CFOAv, não utilizam trajes anti-G, dessa forma, quando em manobras de mudanças de aceleração, segundo depoimentos dos cadetes avaliados, um grande esforço muscular é empreendido durante esses exercícios aéreos. Daí provavelmente uma justificativa para o gasto energético significativo da fase GE 9.

A amplitude que se pode notar nas fases GE 6, GE 9, GE 12 e GE 3 podem estar ligadas à fatores individuais que influenciam a maneira como exercem a atividade, a condição da aptidão física que possuem, pois quanto menor a aptidão física, mais cansativa será a demanda energética para exercer um mesmo trabalho (DUARTE, *et al.*, 2003).

Também as condições de prescrição do trabalho, ou seja, quanto menos padronizado o trabalho, maior amplitude para agir, o que pode influenciar a requisição de gasto energético.

Wisner (1987) afirmava que existe sempre o trabalho prescrito, ou seja, aquele que foi padronizado para ser cumprido e o trabalho real, aquele que o trabalhador coloca a sua própria vivência, a sua experiência e percepção. O que torna evidente as questões de competências primárias, versus competências essenciais, essa última o modo diferenciado e eficiente de fazer algo.

A mais sedentária das fases acima citadas, parece ser a fase GE 12, que foram as atividades no simulador. Mesmo sendo um simulador, tendo consciência de que sua vida não está em risco, as atividades ali desenvolvidas devem simular o que acontece numa aeronave.

Isso parece provocar certa interdição de erros e uma tensão provável que estimulam a requisição energética. Talvez estimule um gasto energético significativo, porém em comparação às fases GE 6 e GE 9, o gasto energético, da fase GE 12 é, em média, modesto para os cadetes estudados.

A fase GE 3 pode ter um consumo energético considerável, uma vez que trata dos deslocamentos variados que os cadetes pesquisados relataram. Assim sendo sugere-se que o nível de aptidão física e os tipos de deslocamentos realizados, que podem incluir, andar devagar, andar mais rápido, marchas, pequenas corridas, subir escadas, entre outros, foram considerados de forma individual e a amplitude das respostas apresentadas, se deve provavelmente a não padronização desse tipo de atividade, que se expressa pela individualidade dos pesquisados e variedade de atividades de deslocamentos.

As fases GE 2 e GE 5 merecem observações, por serem fases predominantemente sedentárias e padronizadas, ou seja, todos têm o mesmo tempo de aulas, as mesmas atividades, nos mesmos locais. Há pouco espaço para variação no que é bastante padronizado. O gasto energético foi baixo pela obviedade das atividades exercidas nessas fases e não houve, praticamente, diferenças entre os indivíduos do grupo.

Na verdade em todos os grupos de atividades há um protocolo de tempo-atividade, sendo que alguns permitem maiores variações de habilidades e capacidades e outros restringem mais essas variações.

Provavelmente esteja implícito um componente individual quanto ao gasto energético, que pode estar ligado à massa corporal, ao nível de condicionamento físico de cada sujeito, o que se evidencia no tipo de tarefa dentro do grupo em termos de relação tempo-atividade.

Há pouca amplitude de diferenças nos vãos por instrumentos, nos vãos em formatura e nas tarefas de DE/serviços, pois parece haver pouca variação, o que fazer, o como fazer e o quanto fazer tais tarefas dentro de cada grupo, possivelmente explicada pela padronização dos procedimentos nessas tarefas.

Isso parece não acontecer nas tarefas como os vãos em manobras e acrobacias, que, embora devam possuir uma padronização institucional, ou segundo Wisner (1987) um trabalho prescrito, tais prescrições parecem não impedir variações na forma do piloto agir, o que Wisner (1987) chama de trabalho real e isso pode refletir as diferenças de amplitude de respostas entre os indivíduos quanto ao gasto energético.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Essa tese se propôs a desenvolver um estudo sobre o qual nada havia sido escrito ou pesquisado, objetivando conhecer a Aptidão físico-profissional aeróbica, estimar a carga laboral média e a característica de distribuição do estresse na rotina diária dos cadetes-aviadores do CFOAV da AFA, em 2009.

Questionou-se a relevância de uma melhor formação e melhor aptidão física, para um desempenho superior do piloto militar no contexto da visão tecnológica acelerada das aeronaves, a visão de Poder Aéreo projetado pela Estratégia Nacional de Defesa e os atributos da Força Aérea, tendo em vista o cenário geopolítico e as novas modalidades de inimigos e adversários a combater, em conflitos cada vez mais irregulares e assimétricos, com ênfase na América Latina e particularmente nas fronteiras do Brasil.

O primeiro conceito focando a relação do desempenho humano no trabalho considera que a carga laboral de um trabalhador deve ser compatível com sua condição física. No caso desta pesquisa, *a priori* questionou-se: a carga laboral imposta aos cadetes-aviadores em sua rotina diária seria adequada à condição física que possuíam? Qual seria o mínimo necessário de aptidão físico-profissional aeróbica adequada para um cadete-aviador, considerando a sua jornada média de trabalho?

O escasso conhecimento produzido e publicado sobre a carga laboral de aviadores de forma geral e total desconhecimento das variáveis de estresse laboral e gasto energético entre cadetes-aviadores, mereceu uma investigação focada cientificamente, disciplinada não só pela observação e pela coleta e tratamento de dados, mas também pela reunião de conhecimentos sobre aviação que sustentasse as hipóteses, as questões de estudo e os resultados encontrados em tal discussão. Tudo que de uma forma ou de outra pudesse representar conhecimento sobre o universo no qual o cadete-aviador vive.

De forma objetiva, nada se conhecia, em relação aos cadetes-aviadores do CFOAv da AFA, referente ao gasto energético médio das rotinas laborais, a duração média da jornada laboral, a distribuição do estresse laboral nas atividades de rotina, o consumo máximo de oxigênio, a potência aeróbica máxima, os percentuais de reserva de frequência cardíaca (%RFC) utilizada ao longo do tempo médio de rotina laboral, e Aptidão físico-profissional aeróbica. Por essa razão passaram a ser questões de estudo norteadas a investigação.

Diante dessas questões formulou-se objetivos específicos para o estudo com os cadetes-aviadores do CFOAv da AFA, em 2009, que contemplavam as tarefas de estimar o

gasto energético (GE) laboral médio, determinar a potencia aeróbica máxima (PAM), verificar a duração média da jornada laboral, calcular os percentuais da reserva de frequência cardíaca (%RFC) utilizados pelos cadetes-aviadores estudados, verificar a distribuição do estresse laboral na rotina diária desses cadetes e verificar, além disso, se os valores do percentual de reserva da frequência cardíaca (%RFC) encontrados, atingiam 60 % RFC em 2/3 da jornada, respondendo a um dado teórico importante sobre carga laboral, segundo Monod (1992)

Após uma discussão sobre os resultados apresentados as conclusões podem ampliar discussões, sugerindo novas pesquisas sobre um assunto que se apresenta nesta pesquisa, como um conjunto inédito de dados sobre a rotina e a aptidão físico-profissional de cadetes-aviadores, além das implicações disso na formação do futuro oficial aviador da Força Aérea Brasileira, no contexto geral de sua missão, na visão de Poder Aéreo e da Defesa Nacional.

Compondo a carga laboral foram pesquisadas duas variáveis, o estresse laboral e o gasto energético. O estresse laboral pode ser verificado através da resposta da frequência cardíaca monitorada durante a jornada diária dos cadetes pesquisados e calculado os percentuais de reserva de frequência cardíaca (%RFC) que foram utilizados pelos cadetes.

Através dessa análise foram compostas doze fases de atividades cotidianas comuns aos cadetes-aviadores e assim avaliar a distribuição desse estresse ao longo da rotina, além de identificar as suas fases mais intensas.

Se a porcentagem de reserva de frequência cardíaca (%RFC) é uma referência para avaliação da carga estressora e expressa a intensidade da atividade relativamente à margem funcional máxima do coração dos indivíduos, o percentual de RFC usado aponta para a magnitude da resposta do organismo às solicitações que recebeu ao longo da rotina de atividades.

A hipótese sobre a magnitude do estresse laboral apoiou-se no fato de que o percentual de utilização da reserva de frequência cardíaca (%RFC) desses cadetes, considerando a jornada diária que empreenderam, não atingiria 60% em mais de 2/3 desse tempo total.

Solicitações estressoras bastante intensas, que perdurem por muito tempo, originam desgastes orgânicos que estimularão o aparecimento de problemas de saúde agudos e crônicos, aumentando os riscos de acidentes. Solicitações orgânicas muito elevadas não devem ultrapassar a 2/3 do tempo total da jornada (MONOD, 1992),

Ora, a jornada média diária de atividades obtidas dessa amostra de cadetes, foi de 11 horas e 35 minutos. Foram reunidos 35 arquivos gerados pelas coletas de dados e os cadetes utilizaram em média 26 % da reserva de frequência cardíaca (RFC) em sua rotina de

atividades, sendo que a média de reserva de frequência cardíaca (RFC) da amostra foi de 134 bpm.

Apenas 3,93% dos registros de RFC na rotina diária da amostra atingiram 60% da RFC, corroborando dessa forma a hipótese nula, ou seja, não atingiram mais de 2/3 do tempo total da jornada. Pode-se, portanto, inferir que o estresse laboral dos cadetes durante a jornada diária mostrou em média, intensidade moderada. De acordo também com uma das hipóteses substantivas da tese.

As fases mais estressantes, que provocaram aumento substancial da %RFC utilizada, foram a fase 9 (vôo) com 58 % da RFC, fase 8 (briefing) com 28 % da RFC e a fase 10 (debriefing) com 24 % da RFC.

Outra fase de alta % RFC é a fase 6, a fase de treinamento físico, que requisitou 47 % da RFC em resposta à solicitação cardiorrespiratória e muscular inerente às tarefas motoras das atividades físicas. A fase 6 é estressante como as demais fases, mas o estresse produzido tem características diferenciadas das demais fases por ser essencialmente motor.

As características do estresse das fases 9, 8 e 10 respondem a uma solicitação mais cognitivo-emocional e menos psicomotora. Na fase 9, durante o vôo, não há grandes movimentações corporais capazes de produzir uma requisição de 58 % da RFC.

Por conseguinte, possivelmente o componente cognitivo-emocional tenha contribuído para o aumento da frequência cardíaca, sem contar estresse externo, tal como o calor dentro da nacele, vibrações da aeronave, nível de ruídos, entre outros, que se sabe também elevam a frequência cardíaca, considerando ainda o fato de estarem sendo avaliados em todo tempo pelo instrutor de vôo, que considera todos os detalhes relevantes para a formação de um bom piloto e um vôo seguro.

As mesmas características cognitivo-emocionais parecem atuar, mas em menor magnitude, nas fases 8 e 10, pois são fases em que o cadete recebe instruções sobre a missão (fase 8) e depois se dirige rapidamente para a aeronave, muitas vezes tendo que efetuar uma checagem externa da aeronave antes de entrar na nacele.

Na fase 10, a fase pós-vôo, com 24 % de utilização da RFC descreve o momento que o cadete recebe de seu instrutor a avaliação de sua missão. Soma-se o estresse do vôo e o estresse da avaliação e têm-se a resposta psicofisiológica do organismo aos seus elementos estressores.

As demais fases apresentam-se próximas a média de %RFC alcançada para as atividades de rotina, que é de 26 %. Tais respostas do organismo aos agentes estressores, que foram monitoradas no estudo, pelo registro da frequência cardíaca puderam fornecer uma

classificação do nível de utilização da porcentagem de RFC em média para cada uma das fases de atividades laborais da rotina desses cadetes.

Observa-se que em três fases (fase 2, 12, e 5), sendo a fase 2 e 5 compostas por rotinas da divisão de ensino e a fase 12, que corresponde ao estudo em simulador, as médias de utilização de RFC variaram entre 16 e 18 % e foram classificadas como atividades leves.

São fases realmente sedentárias que não apresentaram agentes estressores capazes de requisitar respostas psicofisiológicas significativas para elevar a porcentagem de utilização da reserva de frequência cardíaca, ficando muito abaixo da média de solicitação nas doze fases.

As fases 1, 11, 3, 4 e 7 foram classificadas também como de atividades leves, sendo a fase 1 a primeira fase do dia, quando se acorda e se inicia o dia, a fase 11 uma fase da rotina em que o cadete começa a desacelerar seu ritmo, pois as atividades da rotina do período diurno já terminaram, a fase 3 foi composta de variados deslocamentos e a fase 4 é uma fase agradável, pois nela os cadetes se alimentam e têm um convívio com os demais, o que provoca uma solicitação invariavelmente agradável e, a fase 7, é a fase em que os cadetes recebem as instruções gerais do Esquadrão de Instrução Aérea (EIA), sobre as atividades do dia. Essas fases requisitaram entre 20 a 23 % da reserva de frequência cardíaca.

As fases de exigência moderada são as fases 10 e 8, facilmente explicável, uma vez que são fases de pré-vôo e pós-vôo, cuja exigência psicofisiológica recai mais acentuadamente sobre as atividades cognitivo-emocionais.

Outro objetivo desta pesquisa foi estimar o gasto energético (GE) laboral médio na rotina dos cadetes-aviadores pesquisados.

Os dados para tal objetivo foram obtidos através dos registros de tempo-atividade descritos pelos cadetes pesquisados, utilizando-se da ficha de atividades de rotina e da ficha de atividades de vôo, nas quais estavam contidas todas as informações sobre que tipo de atividades desenvolvidas, quanto tempo permaneceu em cada atividade e outras observações coletadas, *a posteriori*, durante uma breve entrevista após a coleta de dados através de instrumentos. Tais informações, no conjunto, forneceram material para se estimar o gasto energético médio da amostra.

Para que tal estimativa fosse possível foram utilizados os dados da tabela do American College of Sports Medicine (ACSM), que classifica os gastos energéticos das mais variadas atividades, utilizando o equivalente metabólico, ou MET.

As informações obtidas sobre o gasto energético médio da amostra contribuíram para estabelecer a potencia aeróbica máxima (PAM) compatível com as requisições levantadas da rotina laboral desses cadetes-aviadores e definir o referencial mínimo ideal de Aptidão físico-

profissional (AFP) aeróbico para o grupo estudado, conforme os objetivos estipulados para a pesquisa.

A hipótese formulada afirma que o gasto energético rotineiro não ultrapassariam a 20% da potência aeróbica máxima dos cadetes do 4º ano do CFOAv, da AFA em 2009.

Para responder a tal questão foi necessário obter os valores médios da amostra para a potência aeróbica máxima dos cadetes, também os valores médios do custo energético e a média do consumo máximo de oxigênio, que foram obtidos no Teste de corrida dos 12 minutos, ou Teste de Cooper.

O valor médio da potência aeróbica máxima da amostra estudada deduzido no Teste Cooper foi de 15,7 W/kg, correspondendo a um custo energético médio de 0,9 (kJ.kg⁻¹.min⁻¹). A média de consumo máximo de oxigênio da amostra, nesse teste, foi de 45ml.kg⁻¹.min⁻¹, sendo que o grupo cumpriu, em média, uma distância de 2507 metros.

Como a jornada laboral de rotina dessa amostra de cadetes-aviadores estudados abrangeu mais de 11 horas de atividades, de acordo com Monod (1992) a solicitação média não deveria exceder 20% da potência aeróbica máxima (PAM).

Verificou-se, diante dos dados obtidos, que a potência aeróbica média solicitada por jornada diária, foi de 2,9W/kg, constatando-se que ela corresponde a 18,5 % da PAM obtida pelos cadetes no teste de Cooper (15,7 W/kg), não atingindo, dessa forma o limite de 20%, previsto para essa duração de jornada laboral, o que corrobora a hipótese nula formulada.

Os cálculos mostraram que diante da jornada laboral apresentada nesta pesquisa, estimou-se que cadetes-aviadores deveriam apresentar potência aeróbica máxima (PAM) de no mínimo 14,3 W/kg.

A pesquisa também se propôs a estimar, a partir dos valores obtidos pela amostra pesquisada, considerando as mesmas condições da jornada laboral, o consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) mínimo aceitável para o cadete-aviador que deverá ser de 41ml.kg⁻¹.min⁻¹, além de determinar um referencial mínimo de Aptidão físico-profissional (AFP) aeróbica, definida através da metragem mínima de 2340 metros no Teste de Cooper, considerada aceitável para que o cadete-aviador apresente Aptidão físico-profissional aeróbica. Resultados abaixo dessa metragem, com jornada laboral da mesma magnitude, indicam que o cadete-aviador não apresenta Aptidão físico-profissional aeróbica.

Observou-se que os cadetes estudados nessa amostra apresentaram em média, no Teste de Cooper, valores de consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) superiores aos estabelecidos como ideais (45 ml.kg⁻¹.min⁻¹ obtidos no Teste de Cooper, contra 41ml.kg⁻¹.min⁻¹ recomendado na pesquisa).

Sobre a distribuição da carga laboral ao longo da rotina diária dos cadetes pode-se afirmar que poderia haver um equilíbrio no que tange ao tempo dedicado às fases de atividades da rotina dos cadetes.

As atividades de estudo, reuniões, provas, aulas na Divisão de Ensino, aulas no Esquadrão de Instrução Aérea (EIA) e uso de computador que aparecem como fase 2, no período da manhã e fase 5, no período da tarde, ocuparam no total, 9586 minutos e respectivamente por fase 21 % e 19 % do tempo total da rotina diária.

Somando-se as duas, que possuem atividades iguais, mas em períodos diferentes, obtém-se 39 % do total de tempo da rotina diária. Considerando uma rotina diária diurna de 11 horas e 35 minutos, isso equivale a dizer que essas fases, predominantemente sedentárias, ocuparam, em média, mais de 4 horas nas atividades de rotina diária durante a pesquisa.

O gasto energético relativo, o que considera o equivalente metabólico, a unidade de medida do gasto energético, por tempo de trabalho ao longo de toda a pesquisa, atingiu, juntando os dois grupos, a média de 1,9 MET/min.

Nas fases ligadas ao voo, incluem-se aqui, a fase 9 (voo), a fase 8 (briefing), a fase 10 (debriefing), a fase 7 (briefing geral) e fase 12 (simulador), somam juntas nas atividades de rotina diária, considerando a pesquisa realizada, 6580 minutos, ou 27% do tempo diário. O gasto energético relativo dessas fases, em conjunto, atingiu a média de 2,5 MET/min.

As fases ligadas aos deslocamentos diversificados (não incluindo atividade física sistematizada), convívio social e alimentação e organização e cuidados pessoais, incluem-se aqui as fases (3, 4, 1 e 11), respectivamente, somaram juntas 7535 minutos, ou 31% das atividades de rotina diária, segundo a pesquisa com a amostra de cadetes aviadores do 4º ano do CFOAv, da AFA em 2009. O gasto energético relativo dessas fases, em conjunto, atingiu a média de 2,1 MET/min.

A fase 6, fase de treinamento físico, na pesquisa com a amostra de cadetes, mostrou-se a de menor duração, ou seja, na rotina diária ela atingiu apenas 671 minutos, ao longo da pesquisa, o equivalente a apenas 2,7 % do tempo total relatado pelos cadetes ao longo da pesquisa. O gasto energético relativo dessa fase atingiu a média de 6,5 MET/min.

Conclui-se que, embora os tempos alocados para as atividades na rotina diária sejam distribuídos de forma aparentemente equitativa, a alocação de tempo para as atividades de estudo e aulas (fase 2 e fase 5) ocuparam 39,3 % do tempo.

As fases (7, 8, 9, 10, 12), fases ligadas ao voo ocuparam 27% do tempo da rotina diária e a fase 6 coube, apenas, 2,7 % de dedicação dentro da rotina diária, e aqui se apresenta um desequilíbrio.

De todos os valores de gasto energético, sem dúvida alguma, o maior e mais benéfico para a preparação do piloto e para promoção da saúde é o alocado na fase 6, a fase da atividade física.

Mesmo diante de tão baixa quantidade de tempo dedicada ao treinamento físico constatou-se que 80% dos cadetes da amostra pesquisada alcançaram em média, resultados positivos de Aptidão físico-profissional aeróbica, ou seja, acima da estimativa para cadetes-aviadores considerando a mesma magnitude de jornada laboral.

Dessa forma o treinamento físico é imprescindível para obtenção de melhores resultados no nível de condicionamento físico, tão importante para o bom desempenho funcional do piloto, bem como para a manutenção de sua saúde e qualidade de vida.

Está aqui demonstrado que a realidade dos cadetes-aviadores do 4º ano do CFOAv da AFA, de forma geral, no que atinge a rotina diária de atividades laborais, não deixa muito espaço para as atividades físicas, pois tarefas ligadas aos estudos, principalmente com a adição de conteúdos específicos do Curso de Administração, complementando a formação de aviadores, intendentes e infantess, sobrecarregaram a carga horária dos alunos.

São os 9586 minutos de trabalho nas fases 2 e 5, sem contar as atividades inerentes à liderança que devem exercer junto ao Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer) sobre os quadros mais modernos.

O fato das fases 2 e 5 ocuparem 39,3% do tempo dedicado à rotina durante o tempo desta pesquisa ilustra um problema criado a partir de 2005 na AFA, que tornou densa a rotina do cadete após a inserção do curso de Administração concomitantemente aos cursos de formação militar.

A idéia da implantação do curso de administração veio para responder, o que segundo Hecksber (2010) era uma imposição da cultura e da sociedade brasileira que excluía o militar da reserva do mercado de trabalho, por não haver, aparentemente correspondência aceitável no meio acadêmico, dos saberes e da formação militar.

Assim com o curso de Administração um segundo-tenente aviador poderia ser designado para compor o quadro de tripulantes de uma Unidade Aérea e exerceria também uma função, por exemplo, na área de administração de pessoal, agora com o conhecimento especializado, com possibilidades de ampliar seus conhecimentos em cursos de pós-graduação.

Todavia a ação de forma geral pode ter sido proveitosa para o Comando da Aeronáutica, mas a maneira como foi implantada sobrecarregou a já trabalhosa rotina do cadete.

As atividades ligadas aos deslocamentos diversificados (não incluindo treinamento físico sistematizado), convívio social e alimentação e organização e cuidados pessoais (fases 3, 4, 1 e 11) ocuparam 31% das atividades de rotina diária. Esse último grupo chama mais atenção, pois são atividades que consomem tempo, muitas vezes com pouca objetividade, principalmente no que tange aos deslocamentos (fase 3).

Recomenda-se uma análise dessa realidade, utilizando-se de aparelhos que possam, por exemplo, contar os passos (pedômetros) juntamente com as descrições das atividades, com objetivo de verificar se os deslocamentos e as demais atividades desse grupo estão sendo realizadas de forma racionalizada. O que pode implicar em reorganização da sistemática de atividades, para minimizar gasto energético e de tempo em atividades que podem ser racionalmente sistematizadas dentro da rotina, ampliando a realocação temporal para outras atividades, como por exemplo, o treinamento físico.

Não somente esses tempos e conteúdos devem ser analisados com maior profundidade, mas o quadro geral da formação dos cadetes parece requisitar um estudo mais elaborado e criterioso, fundamentado na filosofia de formação do cadete, passando prioritariamente pelas doutrinas estratégicas adotadas pela Força Aérea, o papel da Aeronáutica na Estratégia Nacional de Defesa (END), sua missão, seus valores e sua visão de futuro para o oficial-aviador.

Questões devem ser estimuladas à partir desses marcos norteadores, tais como, o que se deseja de um oficial da Força Aérea Brasileira? Especificamente, o que se deseja de um oficial aviador da Força Aérea Brasileira, diante do cenário geopolítico e tecnológico de hoje e nos próximos 15 anos?

Somente a partir daí é que se poderão aprofundar estudos para determinar os conteúdos e os tempos alocados para ministrá-los, formando o que se conhece como quadro curricular de formação profissional.

Isso deverá provavelmente, estimular nos cadetes, sobretudo nos cadetes-aviadores, a oportunidade de organizar-se para cumprir metas, não só nos estudos teóricos e no vôo, como também nas atividades de treinamento físico, que dão sustentação para boa aptidão física geral, melhor nível de saúde e qualidade de vida profissional, não só para o tempo presente, mas também para o futuro.

Torna-se relevante que o profissional aviador tenha responsabilidade sobre sua condição biopsicossocial, isso inclui a boa forma física, mesmo que essa visão pareça utilitarista, uma vez que envolve um bom estado de condicionamento que se concretiza com

satisfação das exigências de produtividade. No caso da aviação, boa produtividade também é sinônimo de segurança.

Ao longo desse trabalho vem-se discutindo a importância do bom condicionamento físico geral e específico para o aviador. Também discutiu-se o conceito de Aptidão físico-profissional que torna visível as reais condições de preparação desses pilotos para as suas atividades de rotina dentro da jornada laboral diária, de maneira a preservar a saúde e o bom desempenho de sua função profissional.

Ressaltando ainda que a prática de exercício físico regular pode contribuir também para reduzir a mortalidade e a morbidade, estendendo seus benefícios sobre a saúde e qualidade de vida do ser humano e em especial dos aviadores.

A visão aparentemente utilitarista não inviabiliza o valor social humano. No entanto, em se tratando de pilotos e, no caso de cadetes-aviadores, logo aspirantes ao oficialato da Força Aérea Brasileira, não se pode esquecer que o combatente da arma aérea é um oficial.

Sem dúvida, existe, por parte do Comando da Aeronáutica e do Estado Brasileiro, um grande empenho material e ideológico na formação desses oficiais. Nas demais armas os combatentes não são, em sua maioria, oficiais e sim suboficiais, cabos, sargentos e soldados.

Novos estudos podem esclarecer alguns pontos importantes, tais como, o mesmo estudo realizado nesta pesquisa poderia ser repetido nos mesmos moldes em uma amostra maior e incluir os resultados dos testes físicos dos participantes, desde a 1ª série do curso, dados esses que estão disponíveis na Seção de Educação Física (SEF) da Academia da Força Aérea (AFA).

Também parece interessante, um estudo da mesma magnitude que incluísse os instrutores de vôo da AFA e depois, pilotos de testes do Grupo de ensaio em vôo (GEEV), e assim sucessivamente incluir, nos mesmos moldes, os demais pilotos da Força Aérea Brasileira, em suas várias modalidades de vôo, com o objetivo de estimar a Aptidão físico-profissional aeróbica dos aviadores da FAB.

Seria uma ótima oportunidade de se ter uma visão geral das demandas profissionais e das condições apresentadas pelos pilotos. Esses estudos também visam conhecimentos que podem fornecer informações importantes sobre a qualificação psicofisiológica do piloto para as tarefas e a relação desta com a segurança de vôo.

Sugere-se tais estudos também na esperança de poder realizá-los, desde que a Força Aérea Brasileira perceba a sua importância e forneça apoio para a pesquisa.

Não há como se pensar numa Força Aérea moderna e pronta para intervir se seus atores principais não conseguirem satisfazer as exigências do teatro de operações e das ferramentas tecnológicas que deverão dominar.

Novas tecnologias são agregadas às aeronaves em ritmo acelerado. Elas exigem maior qualificação do piloto para gerenciar sistemas de nacele, porém haverá o momento do combate, da ação, em que além de gerenciamento de sistemas, a necessidade de boa Aptidão físico-profissional do piloto esteja em perfeita harmonia com sua prontidão cognitiva, pois dessa harmonia pode depender o adiamento da instalação dos processos de fadiga, críticos para o sucesso da missão.

Não há dúvida que o avião que foi os “olhos de comandantes terrestres” e chegou a ser importante no reconhecimento e na artilharia, atingiu a qualidade de ser o poder decisivo na guerra. De Força Aérea independente a Poder Aeroespacial muita tecnologia foi desenvolvida. Também entre todas as três armas, a força aérea foi a que mais evoluiu levando suas inovações a conferir-lhe atributos imbatíveis, tais como: alcance, velocidade, altitude, letalidade, flexibilidade, precisão, inteligência, vigilância, reconhecimento e interoperacionalidade.

A expansão tecnológica não se deteve na forma e aerodinâmica das aeronaves, na velocidade e capacidade de carregar e lançar armas, mas principalmente, nos últimos dez anos, na ampliação do cenário de atuação que a partir do ar, passa pelo espaço e chega ao ciberespaço.

Todos esses avanços tornaram a força aérea uma arma crucial, imprescindível e letal, porém cara, muito especializada, requerendo investimentos no capital humano, que inclui também o aviador e sua formação integral, considerando com ênfase a qualificação psicofisiológica, as tecnologias dos materiais e os aportes financeiros para pesquisas científicas e tecnológicas de custo bastante elevado.

Atualmente uma força aérea, embora independente, deve atuar de forma sistêmica junto a outras armas para que a integração de forças possa surtir efeitos desejados, de forma muito especial, nas guerras não convencionais que estão espalhadas por alguns pontos do globo e em seu próprio território.

A Força Aérea contemporânea deve olhar para o futuro e abrir as possibilidades de pesquisa e desenvolvimento para aqueles que dela fazem parte e obter o benefício dos estudos científicos, a fim de conhecer as suas possibilidades, seus pontos fortes e seus pontos fracos, trabalhando em ambos para viabilizar um projeto de Poder Aéreo para a Nação Brasileira, dentro das exigências da Estratégia Nacional de Defesa (END) e das demandas de

uma nova ordem geopolítica e de modalidades de conflitos, para os quais há necessidade de se preparar o combatente ou o profissional, de forma especial.

Os futuros líderes devem ser iniciados na pesquisa, na ciência e tecnologia desde sua graduação, ou então, desde o nível médio, para que os estudantes tomem contato com as novas tecnologias e as ciências que lhes deram fundamento, estimulando-os ao estudo, à frequência a cursos de formação tecnológica e boa fundamentação filosófica sobre ciência e o uso da tecnologia, principalmente nos países em desenvolvimento.

Provavelmente, dessa maneira, poder-se-á preparar uma nova geração de liderança que opte sempre pela produção do conhecimento, pelo desenvolvimento de programas e projetos de pesquisa, com objetivos claros de contribuir com a ciência universal, mas também em favor da resolução das necessidades e demandas criadas por sua própria sociedade objetivando a melhoria de capital humano e de condições socioeconômicas de sua nação, assim como o posicionamento de liderança decisiva em favor de movimentos que estimulem o progresso de outras nações e do cuidado com o ser humano e o meio ambiente, através de ações sustentáveis e fidelidade à vocação pela paz.

Os desafios para o desenvolvimento de competências devem abrir caminhos para oportunidades e para novas formas de aplicação dos conhecimentos e das técnicas desenvolvidas. Isso está intrinsecamente ligada à questão do desenvolvimento científico e tecnológico, estes deverão abrir portas para melhor eficiência de uma organização. A tecnologia e poder aéreo são mutuamente dependentes e a tecnologia ainda parece ser a mãe do emprego.

Parece que a concepção de futuro passa a ser imprescindível para que uma força aérea possa ser efetiva. Para ser efetiva não precisa apenas de bons aviões, mas indubitavelmente, necessitará de pensadores, pesquisadores, cientistas que possam fornecer conhecimentos e produzir tecnologia e inovações para que o comando estratégico possa servir-se desses insumos para torná-la eficaz em suas missões e atender às suas demandas.

Prezar a formação integral do piloto é importante para a aviação militar e, tão importante quanto qualquer formação, para esta pesquisa, parece ser a Aptidão Físico-profissional do piloto, que pode garantir, como um selo de qualificação, que os profissionais estejam fisicamente aptos a comandar as novas aeronaves e dominar as tecnologias embarcadas, num cenário político estratégico que reivindica consolidação do poder aéreo, imprescindível para a soberania da nação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AINSWORTH, B. *et. al.*, **Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities**, American College of Sports Medicine (ACSM), **Med.Sci.Sport.Exerc.**, v.25, Nº 1, p. 71-80, 1993.

ALMEIDA, E.B., *et. al.*, Gasto calórico nas atividades de trabalho e cotidianas dos carteiros que utilizam bicicleta, **Rev. Bras.Cine.Des. Hum.**, v.6, n.2, p. 53-61, 2004.

ANJOS, L. A. e FERREIRA, J. A., A Avaliação da carga fisiológica de trabalho na legislação brasileira deve ser revista! O caso da coleta de lixo domiciliar no Rio de Janeiro, **Cad. Saúde Pública**, v.16, nº 3, July/Sept. 2000.

ANTUNES, H. K.M., *et.al.*, O estresse físico e a dependência de exercício físico, **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, nº 5, Set/Out, 2006.

ARMENTROUT, J.J. *et al.*, Fatigue and related human factors in the near crash of a large military aircraft. **Aviat Space Environ Med.** v. 77. p. 963-970. 2006.

ASCENSÃO, A., Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica, **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, Portugal, v. 3, n.1, p. 108-123, 2003.

ASTRAND, P.O. *et. al.*, **Tratado de Fisiologia do Trabalho**, 4.^a edição, Porto Alegre, artmed, 2006.

BALMAN, Z, **Vida líquida**, Rio de Janeiro, Jorge Zahar ed., 2004.

BARA FILHO, M. G. *et al.*, A redução dos níveis de cortisol sanguíneo através da técnica de relaxamento progressivo em nadadores. **Rev Bras Med Esporte.** V. 8. n. 4. Jul/Ago. 2002.

BEASON, D.J. e LEWIS, M., The war fighter's need for science and technology, **Air & Space Power J.**, v. 19, n. 4, winter, p. 71-81, 2005.
<http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj05/win05/beason.html>. Acesso em 30 de julho, 2009.

BRANDÃO, M.L., **Psicofisiologia**. São Paulo. Atheneu. 2001.

BURDINE, T.A., The army's "organic" Unmanned Aircraft System (UAS), An unhealthy choice for the joint operational environment, **Air & Space Power J.**, v. 23, n. 2, p. 62-72, winter, 2008. Disponível em : <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj09/sum09/burdine.html>. Acesso em 8 de fevereiro, 2010

CAMPISE, R.L.; GELLER, S.K.; CAMPISE, M.E., Estresse de combate, In: KENNEDY, C.H.; ZILLMER, E.A. (ORG), **Psicologia militar, aplicações clínicas e operacionais**, Rio de Janeiro, Biblioteca do Exército, 2009, cap. 10, p. 267-297.

CASTELLS, M. , **A sociedade em rede**, v. 1, 6ª ed., São Paulo, Paz e Terra, 2006.

CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA AERONÁUTICA, **Aeronáutica inicia análise das ofertas do projeto F-X2**, 02 de fevereiro de 2009. Disponível em: <http://www.fab.mil.br/portal/capa/index.php?mostra=2292>. Acesso em 20 de agosto, 2010.

CERESER, C.H., Aptidão física como fator de prevenção de acidentes aeronáuticos, **SIPAER**, a. 1, n. 1, 2. semestre, 1985.

CLODFELTER, M. Back From the Future , The Impact of Change on Airpower in the Decades Ahead, **Strategic Studies Quarterly**, v. 3, n. 3, p. 104-122, Fall , 2009. Disponível em: <http://www.au.af.mil/au/ssq/2009/Fall/clodfelter.pdf>. Acesso em 30 de janeiro, 2010.

COMANDO DA AERONÁUTICA, **Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira**, in: Escola de Comando do Estado Maior da Aeronáutica, ECEMAR, Curso de Política e Estratégia Aeroespaciais, Legislação básica, DCA 1-1/2005, p. 17, 2008.

CONSORTE Jr., W., Fadiga em Pilotos de Helicópteros, efeito das vibrações no corpo humano, **Rev. UNIFA**, v. 5, n. 7, outubro, p. 34-9, 1989.

COOPER, K.H., **The aerobics program for total well-being**, Toronto, Bantam, 1982.

CORREA, C.R.P. ; CARDOSO JR., M.M., Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais, **Produção**, v. 17, n. 1, p. 186-198, Jan./Abr. 2007

CUNHA, C.E.D., O voo com o NVG e a fadiga, **Rev. UNIFA**, Rio de Janeiro, v.19, n.22, p.29-40, Nov, 2007.

CRAWFOR, R. **Na era do capital humano, o trabalho, a inteligência e o conhecimento como força econômicas, seu impacto nas empresas e nas ações de investimento**, São Paulo, Atlas, 1994

DALLA CORTE, L. C.; BARION, R. e TAMASHIRO, R. Y., O processo de formação do piloto militar: uma análise comparativa, **Rev. UNIFA**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 21, p. 28-34, dez, 2006.

DAVIES, N., **Europa na Guerra: 1939-1945, uma vitória nada simples**, Rio de Janeiro, Record, 2009.

DEJOURS, C., **A Loucura do Trabalho**, - Estudo de Psicopatologia do trabalho, 5. ed., São Paulo: Cortez, 1994.

DE RENZO, E. G.; SZAFRANSKI, R., "Fooling Mother Nature: An Ethical Analysis of and Recommendations for Oversight of Human-Performance Enhancements in the Armed Forces", **Air Space Journal**, v. 11, n. 2, p. 25-36, summer, 1997. Disponível em : <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj09/sum09/burdine.html>. Acesso em 30 de julho, 2009.

DUARTE, A.F.A, *et. al.*, Effects of aerobic fitness on % heart rate reserve during military operations, **Med.Sci.Spor.Exerc.**, v. 34, n 5, p.S133, 2003.

ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA, Ministério da Defesa, Brasília, Decreto nº 6.703, 17 de dezembro de 2008.

FERREIRA, A.B.H., **Dicionário Aurélio básico da língua portuguesa**, São Paulo, Ed. Nova Fronteira, 1995.

GOODMAN, W., Cyber Deterrence, Tougher in Theory than in Practice?, **Strategic Studies Quarterly**, v. 4, n. 3, p. 102-135, fall, 2010. Disponível em: <http://www.au.af.mil/au/ssq/2010/fall/goodman.pdf>, Acesso em 29 de agosto, 2010.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**, como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais, 2ª ed., Rio de Janeiro, Record, 1998.

GONZÁLEZ, M. A. A., **Stress, temas de psiconeuroendocrinologia**, 2.a.ed., São Paulo, Robe, 2001.

GUIMARÃES, A.O.B., A influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na performance do piloto de caça, **Revista de Educação Física**, RJ, n.133, março, 2006.

GUYTON, A; HALL, **Textbook of Medical Physiology**, Unit VIII - Aviation, Space and Deep Sea Diving Physiology, 9 ed., WB Saunders Co. , 1996.

GUYTON, A., **Tratado de Fisiologia Médica**, 4ª Ed., Ri de Janeiro, Guanabara Koogan, 1973.

HECKSBER, M., Mudança de paradigmas no ensino na Aeronáutica, **Id. em Dest.**, n. 32, p. 41-52, jan/abr., 2010.

HELFENSTEIN, J.E., **Uirateonteon – Medicina aeronáutica**. São Paulo: Editora ASA, 1998.

HIGMAN, R.e PARILLO, M.P., Management Margin: Essential for Victory, The , **Air& Space Power J.**, v. 16, n. 1, p. 19-27, spring, 2002. Disponível em <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/spr02/higham.html>. Acesso em: 30 nov. 2009.

HOUSTON, M. E., **Bioquímica básica da ciência do exercício**, São Paulo, Roca, 2001.

HOWARD, M, O Conceito de Poder Aéreo: Uma Avaliação Histórica, **Air Space Journal**, 4º trim, 1996. <http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/1996/4tri96/howard.html>, Acesso: 30 dez. 2009.

ITANI, A, **Trabalho e Saúde na Aviação, Experiência entre o invisível e o risco**, São Paulo, Hucitec/Fapesp, 1998.

KROEMER, K. H.E. e GRANDJEAN, E., **Manual de Ergonomia, adaptando o trabalho ao homem**, 5ª edição, Porto Alegre, Bookman, 2005.

KUBE, L. C., **Análise ergonômica do trabalho para programa de gerenciamento do estresse de cadetes aviadores**, Pirassununga, 2006, 70p, Monografia de Especialização em Administração Avançada em Gestão Pública, Fundação Armando Álvares Penteado, FAAP, São Paulo.

KUBE, L.C., Stress on the spinal column in military trainee pilots, in **Human System Interaction: Education, research and application in the 21st century**, Maastricht, Netherlands, p. 125-6, 2000.

KUBE, L. C., Estudo ergonômico preliminar do stress sobre a coluna vertebral em pilotos de aeronaves militares de treinamento, novembro de 1999, Disponível em <<http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>>. Acesso em 27 de setembro, 2008.

KUHN, T.S., **A estrutura das revoluções científicas**, 8ª Ed., São Paulo, Perspectiva, 2003

LEITE, P.F., **Fisiologia do exercício, ergometria e condicionamento físico**, Rio de Janeiro, Atheneu, 1984.

LEVINE, B.D., VO_2 máx: What do we know, and what do we still need to know?, **J.Physiol.**, v. 581, n. 1, p. 25-34, 2008.

LIMONGI FRANÇA, A.M., RODRIGUES, A. L., **Stress e trabalho, guia básico com a abordagem psicossomática**, São Paulo, Atlas, 1996.

LOCH, C., Os 5 Fatores, Escolhendo uma nova aeronave de combate no Brasil, **Rev. da Força Aérea**, v. 13, n. 54, p.30-41, out/Nov, 2008.

LONGO, W.P., Impactos do desenvolvimento da Ciência & Tecnologia na defesa nacional, in: ROCHA, M., **Política – ciência & tecnologia – defesa nacional**, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, UNIFA, Nov. 2009, p. 27-63.

LOURES, D. L., *et al.*, Estresse mental e sistema cardiovascular, **Arq.Bras.Cardiol**, Niterói, v. 78, n. 5, p. 525-530, 2002.

MAC ISAAC, D. Vozes do azul: teóricos do poder aéreo. In: PARET, Peter. (Ed.). **Construtores da moderna estratégia: de Maquiavel à era nuclear**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, v. 2, p. 211-242, 2003.

MAIA, A. C., Emoções e sistema imunológico: um olhar sobre a psiconeuroimunologia, **Psicologia: teoria, investigação e prática**, Portugal, 2002, n. 2, p. 207-225, Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5826?mode=full&submit_simple=Mostrar+registro+em+formato+completo. Acesso em 26 de julho de 2010

MAUGHAN, R.J., BURKE, L.M., **Nutrição esportiva**, Porto Alegre, Artmed, 2004.

Mc CORMICK, E.J., **Ergonomia – Fatores humanos em ingeniería y diseño**, Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1980.

MARTINS, E.T.; SOARES, M.M.; FALCÃO, J.T.R., A tarefa do piloto comprometida nas aeronaves altamente automatizadas – caso Airbus A-320 em Congonhas, disponível em: http://ixdasp.org/wp-content/uploads/piloto_dashboards_automacao_avioes.pdf, 2009, acesso em julho de 2010.

MEILINGER, P.S., Ten propositions regarding airpower, **Air power j.**, v. 50, p. 52-72, spring, 1996. Disponível em: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj96/spr96.html>. Acesso em 30 de julho, 2009.

MELLEROWICZ, H; MELLER, W., **Bases fisiológicas do treinamento físico**, São Paulo, EPU, USP, 1979.

MENEZES, L.N., Pilotos em Comando ou... Gerentes de Sistemas, **Id.em Dest.**, Rio de Janeiro, n.28, p. 69-78, set./dez., 2008.

MONOD, H, Depense énergétique chez l'homme, in: Scherrer, J., **Précis de Physiologie du Travail – notions d'Ergonomie**, p.316, Paris, Masson, 1992.

MORAES, M. S., **Proposta para monitoramento da saúde de aeronautas por meio de marcadores bioquímicos e hematológicos**. Rio de Janeiro. 2001. 182p., Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciências na área de Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz.

MOREIRA, S.B., **Ciência do treinamento, modelização matemática da Performance**, Rio de Janeiro, Shape, 2005.

MOREIRA, S. B., Aspectos práticos da Aptidão Físico-Profissional de pilotos civis, revelados nas pesquisas do NuICAF entre 1993 e 1994, Congresso Mundial da Association Internationale des Écoles Supérieures d'Éducation Physique (AIESEP), Theme: **Physical Activity from Culture and Quality of Life Perspectives**, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

MOTA, D. D.C.F., CRUZ, D., A.L.M. e PIMENTA, C. A.M., Fadiga: uma análise do conceito. **Acta Paul. Enferm.** São Paulo. v. 8. n. 3. p. 285-293. 2005.

MOTTA, J.E.M., **Emprego estratégico do Poder Aéreo**, Rio de Janeiro, INCAER, 2001.
NEDER, M.; PEREIRA, M. L. P. S., Resiliência em ambiente de aviação: um conceito aplicável?, **RMAB**, Rio de Janeiro, v.55, n.1/2. Dez/jan, 2005.

NICOGOSSIAN, A E., PARKER, J.F., **Space Physiology and Medicine**, NASA, Scientific and Technical information Branch, 1982, 324p.

PALMA, A. e PAULICH, C., A influência da aptidão física aeróbia sobre o desgaste em vôo dos pilotos de caça, **ENESEP**. 1999. Disponível em: www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP1999_A0780.PDF. Acesso em: 11 de setembro, 2008.

PALMA, A., O trabalho dos comandantes de grandes jatos: um estudo sobre aptidão física, saúde e qualidade de vida, **Artus-Rev.Ed.Fís.Desp.**, v.18,n.1, p.38-52, 1998.

PASCHOAL, T. e TAMAYO, Á., Validação da escala de estresse no trabalho, **Estudos de psicologia**, v.9, n.º 1, 45-52, 2004.

PAPE, R. A., The True Worth of Air Power, **Foreign Affairs**. New York: v. 83, n. 2, p. 116-130, Mar/Apr, 2004.

PEREIRA, L.Z, *et al.*, Qualidade de vida e estresse ocupacional nas alturas: o caso dos aeronautas brasileiros, **Rev. Ciências Humanas**, v. 1, n. 1, p. 43-59, fev-jul, 2001.

PHISTER, P.W.e PLONISCH, I.G., Military applications of information technologies, **Air & Space Power j.**, v. 18, n. 1, p. 77-90, spring, 2004. Disponível em: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj04/spr04/phister.html>. Acesso em 30 de novembro, 2009.

PICARD, R. W., Affective computing, MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section, Technological report n.º 321, Revised Nov, 26, 1995, 26p. Disponível em: <http://vismod.media.mit.edu/tech-reports/TR-321.pdf>, Acesso em 1 de junho, 2008.

PRESTES, *et al.*, O papel da Interleucina-6 como um sinalizador em diferentes tecidos durante o exercício físico, **Fit. Perf. J.**, Rio de Janeiro, v.5, n.6, p.348-353, Nov/dez, 2006.

RASCH, P.J. e BURKE, R.K., **Cinesiologia e Anatomia aplicada**, 5ª Ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1977

RELATÓRIO DO CONCIL INTELLIGENCE AGENCY (CIA): **como será o mundo em 2020**, tradução de Cláudio Blanc e Marly Netto Peres, São Paulo, Ediouro, 2006.

REVISTA DA FORÇA AÉREA, **AMX, Eficiencia em El combate y em El adiestramiento**, Rio de Janeiro, Action, Embraer, 2002.

RIBAS, P. R., **O Fenômeno da Fadiga central na pilotagem de helicópteros: o efeito da condição física aeróbica sobre o comportamento psicofisiológico**. Rio de Janeiro. 2003. 129 p.. Dissertação para obtenção do título de mestre em Educação Física. Universidade Gama Filho.

ROSSI, L. e TIRAPEGUI, J., Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição, **Rev. Paul. Educ. Fis.** São Paulo. v. 13. n. 1. p. 67-82. jan/jun. 1999.

ROCHA, M., **Planejamento estratégico no preparo da Força Aérea**, Rio de Janeiro, Luzes, comunicação, arte& cultura, 2006.

SCHWARTZ, J., **O momento criativo: mito e alienação na ciência moderna**, São Paulo, Nova Fronteira, 1992.

SHAUD, J.A.e HAYDEN, D.L., A serviço da Nação: o conceito estratégico do Instituto de Pesquisa da Força Aérea para 2018-2023, **Air & Space Power J.**, v. 21, n. 4, p. 27-41, 2009.

SILVA, G. V.; NASCIMENTO, L. R. S.; BEAL JR., E., Verificação do Condicionamento físico na Aeronáutica: uma análise da satisfação do cliente, **Revista UNIFA**, Rio de Janeiro, v.19, n.º 22, p.13-28, Nov, 2007.

SHEPS, R., **O império das técnicas**, Campinas, Papirus, Coleção Papirus ciência, 1996.

TEMPORAL, W. , **Medicina aeroespacial**, Apostila Fisiologia de voo, Academia da Força Aérea, Agosto de 1998.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K., **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**, 3ª Ed., Porto Alegre, Artmed, 2002.

TUBINO, M.J.G. e MOREIRA, S.B., **Metodologia científica do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro. Shape. 2003.

TVARYANAS, A.P. e THOMPSON, W.T., Fatigue in military aviation shift workers: survey results for selected occupational groups. **Aviat Space Environ Med.** v. 77. p. 1166-70. 2006.

VIDAL, M. C., Introdução à Ergonomia, Curso de especialização em Ergonomia contemporânea, Fundação COPPETEC, 2002. Disponível em: <http://www.ergonomia.ufRJ.br/ceserg/arquivos/erg001.pdf>, acesso em 8 de maio, 2008.

VIRILIO, P., A técnica e a guerra, in: **O império das técnicas**, SHEPS, R. (org.), Campinas, Papirus, Coleção Papirus Ciência, 1996

WELLS, J.G., BALKE, B., VAN FOSSAND, D.D., Lactic accumulation during work. A suggested standarization of work classification, **Bethesda, J. Appl. Physiol.**, n. 10, p. 51-55, 1957.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L., **Fisiologia do Esporte e do Exercício**, São Paulo, Manole, 2001.

WISNER, A, **Por dentro do trabalho - Ergonomia: método e técnica**, São Paulo, FTD, 1987.

_____, **A inteligência no Trabalho, textos selecionados de ergonomia**, São Paulo, Fundacentro, Unesp, 1994.

ZOHMAN, L.R., PHILLIPS, R.E., **Aspectos médicos das provas de esforço e treinamento físico, v. 1**, in: Progressos em reabilitação cardíaca, São Paulo, Manole, 1978.

GLOSSÁRIO

AFP : Aptidão físico-profissional aeróbica, (AFP) do grupo estudado. Lembrando que a AFP é definida como condição física necessária para suportar as demandas físicas de uma ocupação profissional de rotina, sem perder a eficiência do desempenho e sem prejuízo da saúde.

AMX (A-1) – Aeronáutica – Militar – Experimental (X): Aeronave de ataque ar-superfície subsônica fabricada pela Embraer/Aermachi/Aeritalia. Projeto que teve início em 1978. Protótipo AO4 fez seu voo inaugural em 7 de junho de 1985. Estão sendo revitalizados e passam a ser denominados A-1M. Com previsão de retirada de serviço para 2025. (REVISTA DA FORÇA AÉREA, 2002).

ANTROPOTECNOLOGIA: o conceito de Antropotecnologia nasce com Alain Wisner (França) por volta dos anos 60 e 70, em contrapartida à macroergonomia de Hendrick (EUA), e se coloca como ciência que dá base a investigações ergonômicas, na verdade a partir do início do anos 80 (por exemplo acidente de Bopal, Índia), principalmente no que tange à transferência de tecnologia.

Para Wisner (1984, 1997) o trabalho é o objeto central na Ergonomia, mas atua na ciência do homem coletivo agindo sobre exigências materiais e características etnológicas, ligadas à antropotecnologia. Seu campo é a transferência de tecnologia, a relação homem-máquina-tarefa. E objetiva modificar os sistemas técnicos e organizacionais, para torná-los aptos à intervenção humana. A Fisiologia do Trabalho, que atua junto da Ergonomia, trabalha para tornar o homem mais apto a operar sobre a tecnologia.

Para Wisner, toda a máquina é fruto da cultura que a construiu. O pesquisador precisa entender a estrutura de funcionamento da organização, do homem, da máquina e sua missão ou tarefa. Se toda máquina é cultural toda pessoa ou grupo de pessoas que concebe um sistema técnico, o faz levando em consideração um uso que se fará, em condições estudadas e idealizadas para pessoas que ele imagina ou crê conhecer.

Em cada época jamais haverá uma única solução técnica, sendo o cérebro humano que deverá finalmente alcançar ou não o objetivo pretendido. A tecnologia não deve ser a senhora a ser servida, mas apenas uma ferramenta a ser utilizada.

O cérebro com sua alta plasticidade e o corpo humano apresentando amplas possibilidades adaptativas, são exigidos na busca do melhor de seus limites, que são de ordem genética, metabólica, fisiológica e biomecânica. Pode haver treinamento e aprendizagem, mas é imperativo conhecer as características do homem e seus limites, objetivando conceber ferramentas para que possam ser utilizadas por ele de forma eficaz.

O homem e a sua relação com as ferramentas tecnológicas são estudadas pela Fisiologia do Trabalho e Biomecânica, pela Aprendizagem Motora e ciências cognitivas, isso tudo reunido na Ergonomia e em especial na Antropotecnologia, com o objetivo de melhor conhecer as capacidades e habilidades que devem ser desenvolvidas.

Assim a Antropotecnologia estuda e analisa o homem diante da tecnologia presente na máquina que está operando, a tarefa que realiza e as influências organizacionais em seu trabalho. Também estuda, nesse caso em particular, de forma prospectiva a adaptabilidade humana às novas e emergentes plataformas e sistemas das tecnologias Aeroespaciais.

APTIDÃO FÍSICA: a Organização Mundial da Saúde define aptidão física como a habilidade de desempenhar um trabalho muscular satisfatório, que compreenda a resistência cardiorrespiratória, a força muscular, a resistência muscular e a flexibilidade, sendo essas qualidades determináveis por variáveis que vão desde a prática regular de atividade física, a dieta, fatores genéticos, entre outros.

C2 - Comando e controle: Exercício da autoridade e da direção que o comandante tem sobre as forças a seu comando, para cumprimento da missão designada. Um C2 efetivo é fundamental para a eficiente aplicação do Poder Militar Aeroespacial. Dessa forma, uma compreensão de seus principais elementos é essencial para a efetivação de uma doutrina. O completo entendimento das suas funções, das suas redes e do seu sistema como um todo é requisito a ser perseguido tanto pelos planejadores quanto pelos executores das missões. As funções de C2 são executadas pela integração de pessoal, equipamentos, comunicações, facilidades e procedimentos empregados pelo comandante no planejamento, direção, coordenação e controle de forças e operações no cumprimento da missão. Um efetivo sistema de C2 é primordial na capacidade de ação da Força Aérea. O pessoal encarregado do planejamento é chamado a contribuir com suas perspectivas, visões e compreensão do ambiente global do Teatro de Operações (TO), no que tange a estratégias operacionais e emprego tático necessário para consecução dos objetivos de campanha. Ele permite que as forças controlem o ambiente aeroespacial, o engajamento dos alvos em qualquer lugar, de

modo oportuno, bem como obtenham os efeitos desejados com riscos considerados aceitáveis e danos colaterais mínimos, sustentando as operações de combate de modo flexível e efetivo. São características desejáveis para o sistema de C2: interoperabilidade, flexibilidade, pronta-resposta, mobilidade, disciplina, capacidade de sobrevivência, facilidade de manutenção e segurança (COMANDO DA AERONÁUTICA, 2008).

C3I – comando, controle, comunicação e inteligência. Derivação ampliada da abrangência de C2. Na prática, um sistema C3I consiste de pessoas, organizações e doutrina, interagindo com sistemas físicos, tais como plataformas, sensores, telecomunicadores, processadores de imagens e meios de ação, num ambiente incerto.

Um sistema C3I é composto por: centro de operações; plataforma de vigilância; sensores; coordenadores; operadores; alocadores de meios; analistas; programas de computador; equipamentos de processamento e telecomunicações; e autoridades de decisão.

A incerteza do ambiente é a base conceitual de funcionamento do sistema C3I, que ao invés de tentar organizar o caos, busca estabelecer os limites de variação da incerteza, para a partir desse ponto lidar com todas as possibilidades. O C3I funciona, portanto, como um sistema orgânico, aprimorando-se quanto mais é utilizado.

O comando lida sempre com a mobilização dos meios e as tarefas de planejamento integrado das missões que envolvem quase sempre mais de uma organização governamental, atuando articuladamente, ou como se pretende hoje designar, em regime de força-tarefa

O controle em qualquer arena moderna exige acompanhamento em tempo real, para que se possa rapidamente adequar a atuação das tropas às súbitas e constantes modificações do cenário de combate, sobretudo nos territórios em que o adversário goza de ampla liberdade de ações.

As comunicações dentro desse enfoque permitem o fluxo essencial de ordens, sem o que, inexistente a ação organizada.

Finalmente, o aspecto de inteligência no C3I, refere-se à busca de um profundo conhecimento do perfil do adversário, através da constante observação e catalogação de seus hábitos e preferências, permitindo até um razoável grau de acerto na previsão de seus próximos movimentos.

As informações devem ser sempre consolidadas em banco de imagens e dados georeferenciado e orientado cronologicamente, que se constitui em essencial ferramenta de planejamento. Nesse ponto, revela-se também crucial a tarefa de vigilância.

A sistemática C3I vem sendo estabelecida atualmente, em cidades como Los Angeles, Paris, Tóquio, Londres e Amsterdã. E, recentemente, o ex-prefeito de Nova Iorque, Rudolph Giuliani, foi contratado pela cidade do México para implantar um sistema C3I no departamento de segurança pública local.

Em catástrofes ou situação de crise, o sistema C3I permite ações integradas de polícia e defesa civil, com comando centralizado. Isso na maioria das vezes poderá representar uma enorme diferença, quando vidas humanas estiverem em perigo.

A formação de um único banco de dados de inteligência e imagens geo-referenciadas e orientadas cronologicamente é fator essencial para o sucesso de um programa C3I, uma vez que permite a operação integrada das diversas organizações policiais, evitando os desnecessários custos decorrentes da duplicidade de procedimentos.

Projeto “Um olho no céu”, Rio de Janeiro. Disponível:

<http://www.spaceairships.com.br/c3i/conceito.asp> Acesso em 10 de setembro, 2010

C4ISR – comando, controle, computadores, comunicação, inteligência, vigilância e reconhecimento. Derivação ampliada sugerida pelo Laboratório de pesquisas da Força Aérea Norte Americana (AFRL), já em execução e que prevê ampla atuação no setor de informação no ciberespaço. Também referenciado como Battle Command, parte do programa de pesquisa de Comando e controle. Disponível em:

<http://www.c4isrjournal.com/story.php?F=magazine> . Acesso em 10 de setembro, 2010

COCKPIT – Cabine de comando, da qual um piloto controla o avião. É chamada de cockpit na aeronave cujos reatores não estão na fuselagem da aeronave, ou seja, no corpo e sim nas asas. Contrasta em detalhes com o termo nacele.

END – Estratégia Nacional de defesa: “A Estratégia Nacional de Defesa é o vínculo entre o conceito e a política de independência nacional, de um lado, e as Forças Armadas para resguardar essa independência, de outro. Trata de questões políticas e institucionais decisivas para a defesa do país, com os objetivos da sua “grande estratégia” e os meios para fazer com que a nação participe da defesa. Aborda, também, problemas propriamente militares, derivados da influência dessa “grande estratégia” na orientação e nas práticas operacionais das três forças. A Estratégia Nacional de Defesa será complementada por planos para a paz e para a guerra, concebidos para fazer frente a diferentes hipóteses de emprego”.

A END organiza-se em torno de três eixos estruturais: O primeiro eixo diz respeito a como as Forças Armadas devem se organizar e orientar para um melhor desempenho a sua destinação constitucional, bem como as suas atribuições na paz e na guerra.

O segundo eixo estruturante refere-se à reorganização da indústria nacional de material para a defesa, objetivando assegurar o atendimento das necessidades de equipamentos para as Forças Armadas, apoiando-se em tecnologias sob domínio nacional.

O terceiro eixo estruturante trata da composição dos efetivos das Forças Armadas, conseqüentemente, sobre o futuro do serviço militar obrigatório. Os propósitos servem a zelar para que as Forças Armadas reproduzam, em sua composição, a própria nação, não sendo uma parte da nação, paga para lutar por conta e em benefício das outras partes. O serviço militar obrigatório deve funcionar como espaço republicano, no qual possa a nação encontrar-se acima das classes sociais.

A END é inseparável da estratégia nacional de desenvolvimento. Esta última motiva a primeira. A END fornece escudo para a estratégia nacional de desenvolvimento. Cada uma reforça as razões da outra. Em ambas se desperta para a nacionalidade e constrói-se a Nação Brasileira.

ESTRESSOR-RESPOSTA (TIPOS DE ESTRESSE):

Utiliza-se nesta pesquisa apenas os possíveis sintomas como referência quando se fala por exemplo, de cognitivo-mental (apresenta sintomas dos dois agrupamentos segundo Campise; Geller; Campise, 2009). Os sintomas referidos são sintomas tidos como de estresse seguindo o agrupamento sugerido por Campise; Geller; Campise (2009) que grosso modo em seis categorias: física, cognitiva, comportamental, emocional, conduta inadequada, e adaptação. Não há um sintoma específico que um profissional de saúde mental possa apontar e afirmar categoricamente como estresse de uma ou de outra categoria, pois elas se inter-relacionam mutuamente sem uma distinção exata, mas com nuances que compreendem circunstancialmente o predomínio de uma categoria sobre outra.

Sintomas de estresse físicos que se reportam dentro de um amplo espectro: respiratório (falta de ar, tontura, sensação de algo pesado no peito), cardiovascular (palpitações, taquicardia, elevação da PA), digestivos (náuseas, vômitos, constipações, diarreia, perda de apetite), do sistema de eliminação (aumento da frequência de evacuações e atividade urinária, sudorese), músculo-esquelética (tremores, oscilações), distúrbios do sono (insônia, pesadelos, dores de cabeça e nas costas, vertigens, exaustão, movimentação constante e visão turva.

Sintomas do estresse na área cognitiva: indivíduo pode relatar ou exibir estado de alerta exagerado, atraso de reação exagerado (a som, movimento e luz), falta de atenção, tempo de atenção curto, problemas de concentração, julgamento falho, perda de confiança, percepção de si próprio como um fracasso, perda de memória, pensamentos negativos recorrentes, desilusões.

Sintomas de estresse na área comportamental: falta de cuidado, impulsividade, paralisação, pânico, isolamento de amigos, incapacidade de relaxar, baixo nível de energia, imobilidade, comportamento errático, desempenho prejudicado no trabalho, perda de habilidades, incapacidade de manter equipamento, discurso acelerado, deterioração da higiene pessoal, perda ou diminuição dos sentidos (visão, audição, fala, tato, olfato), gagueira, incapacidade de utilizar uma parte do corpo e o olhar perdido.

Sintomas de estresse na área emocional: medo, terror, ansiedade, irritabilidade, argumentação, ressentimento, raiva, fúria, dores, culpa, vergonha, solidão, depressão, desesperança, apatia, frieza, entorpecimento, exaustão emocional e explosões histéricas (CAMPISE; GELLER; CAMPISE, 2009).

F-X2 – O Projeto FX-2 trata do reaparelhamento e modernização da [Força Aérea Brasileira](#) criado em [2006](#), após uma mudança profunda no projeto inicial FX, na época considerado problemático e pouco ambicioso. O projeto foi remodelado e em 2006 o governo do [Brasil](#) anunciou um projeto mais ambicioso, o FX-2, visando, entre outras ações, a compra de uma aeronave de superioridade aérea.

Enquanto o projeto FX projetava gastos de [US\\$](#) 700 milhões, o FX-2 prevê gastos da ordem de [US\\$](#) 2,2 a [US\\$](#) 3 bilhões, mas exige maior transferência de tecnologia, e mais recentemente passou a incluir o direito de produção sob licença da aeronave no Brasil e de exportação para o mercado Sul-americano.

Três aeronaves estão na disputa: JAS- 39 Gripen NG da SAAB/Suécia, [F/A-18E/F Super Hornet](#) da Boeing/USA e Rafale F-3 Dassault/França.

Até o momento o Rafale F-3 da Dassault/França parece ser o preferido pelo Presidente da República, embora a FAB tenha eleito o JAS- 39 Gripen NG da SAAB/Suécia (CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA AERONÁUTICA, 2009)

NACELE: faz-se referência dessa estrutura como nacelle (Francês antigo), ou seja, lugar onde se carrega, motor, carga e tripulação. É chamada de nacele quando cabine (de onde o piloto comanda a aeronave) e unidade propulsora ou turbina estão na fuselagem, ou corpo da

aeronave. É mais comum em aeronaves monomotores e aeronaves militares de combate de alta performance ou treinadores. É derivada do latim *navicella*. No Francês moderno, escreve-se *nacele*.

PNI – Psiconeuroimunologia dedicada a estudar as relações entre os estressores psicossociais, as emoções e os sistemas neuroimunológicos que organizam a resposta adaptativa ao estresse. George Solomon (1964) utilizou pela primeira vez a palavra psicoimunologia para se referir às relações entre estresse e problemas físicos. Nos anos setenta destacaram-se os trabalhos de Ader e Cohen (1975) sobre a influência do condicionamento clássico no envolvimento das vias neuroendócrinas nas respostas imunológicas. (MAIA, 2002)

A Psiconeuroimunologia (PNI) ou também referida [psiconeuroendocrinoimunologia](#) (PNEI) ampliou o âmbito de sua visão de estudo e inclui as interações entre [comportamento](#) e os [sistemas nervoso](#), [endócrino](#) e [imunológico](#). Surgiu após percepção de que o [sistema imunológico](#) não trabalha de forma autônoma como inicialmente suposto. As substâncias mais frequentemente envolvidas são os antígenos e as citocinas, neurotransmissores e hormônios em geral.

O principal interesse da PNI são as interações entre os sistemas nervoso e imunológico e as relações entre processos mentais e saúde. A PNI estuda, entre outras coisas, o funcionamento fisiológico do sistema neuroimunológico na saúde e na doença; distúrbios do sistema neuroimunológico (doenças autoimunes, hipersensibilidade, imunodeficiência); e as características físicas, químicas e fisiológicas dos componentes do sistema neuroimunológico *in vitro*, *in situ* e *in vivo*.

Disponível: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Psiconeuroimunologia>, Acesso em 28 de agosto, 2010

Teoria do “Queijo Suíço” – REASON, J. (2000) conhecido também como Modelo de Reason, no qual os erros humanos são estudados sob dois pontos de vista: a questão da aproximação pessoal e a questão da aproximação do sistema. Cada um desses possui um modelo próprio de causa e efeito.

A aproximação pessoal trata dos atos inseguros, ou seja, erros e violações de procedimentos. Surgem de processos mentais como esquecimentos, desatenção, baixa motivação, falta de cuidado, negligência e imprudência (Reason, 2000, *apud* CORREA; CARDOSO JR., 2007). Aqui aparecem os métodos preventivos associados ao treinamento das pessoas.

A aproximação do sistema considera que os seres humanos naturalmente falham e os seus erros já são esperados, sendo considerados mais como conseqüências do que como causas, com suas origens nos fatores sistêmicos. As medidas de segurança estão baseadas nas condições sob as quais os seres humanos trabalham. A idéia central é a dos sistemas de defesa, ou seja, toda tecnologia perigosa possui defesas, barreiras e salvaguardas.

Quando um evento adverso ocorre o importante não é quem cometeu o erro, mas sim como e porque as defesas falharam (Reason, 2000, *apud* CORREA; CARDOSO JR., 2007, p. 190).

O modelo do “Queijo Suíço”, proposto por Reason (1990, *apud* CORREA; CARDOSO JR., 2007, p. 191) baseia-se na idéia das defesas, barreiras e salvaguardas. Também conhecidas como sistemas redundantes.

Sistemas de alta tecnologia têm muitas “camadas defensivas” (redundâncias), sendo na engenharia com o uso de alarmes e desligamentos automáticos. Outras defesas estão nas pessoas (pilotos) e outras ainda nos procedimentos e controles administrativos (operadores e gestores).

O objetivo desse sistema de defesa e salvaguarda é proteger vítimas e patrimônio de acidentes e perigos ambientais.

Todo sistema, em algum momento, apresenta uma fraqueza, ou seja, a defesa, as barreira e as salvaguardas perdem a integridade e passam a parecer como várias fatias de um “queijo suíço” com seus buracos. Tais fraquezas do sistema não são inertes, mas parecem estar continua e insidiosamente abrindo e fechando.

Ao considerar as fatias do “queijo suíço” como uma superfície irregular, quando os sistemas atingem a camada sólida significa que uma barreira ou salvaguarda funcionou. No entanto ao se alinharem alguns buracos em várias fatias, um evento de risco está prestes a ocorrer, pois atravessou-se uma salvaguarda.

Os buracos nas defesas surgem por duas razões: falhas ativas e condições latentes. As falhas ativas são representadas pelos atos inseguros cometidos pelas pessoas que estão em contato direto com o sistema, podendo assumir diferentes formas: deslizos, lapsos, perdas, erros e violações de procedimentos. Também podem ser referidos como atos inseguros que levam em consideração, as condições dos operadores, no caso específico, o piloto, ponderando o estado mental adverso, estado fisiológico adverso, ou limitações psicofisiológicas. (Shappel; Wiegmann, 2000, *apud*, CORREA; CARDOSO JR, 2007).

As falhas ativas geralmente têm um impacto de curta duração sobre as defesas.

Reason (2000) cita como exemplo o acidente de Chernobyl, no qual um operador violou as regras da planta nuclear e desligou um a um os sistemas de segurança, levando à explosão do núcleo do reator.

As condições latentes são representadas pelos erros intrínsecos do sistema, e surgem a partir das falhas dos projetos, da construção, elaboração de procedimentos e do nível gerencial mais alto. Tais decisões podem se constituir de erros ou não. Toda decisão estratégica pode potencialmente introduzir um erro no sistema (CORREA; CARDOSO JR. 2007)

APÊNDICE A - FICHA DE DADOS PESSOAIS

Nome	Data nasc.	Peso	Altura	FCr	Endereço eletrônico	Telefone
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Prof.a Luciene Conte Kube

Profa. DE/SEF-AFA

CREF/SP: 010206-G

APÊNDICE C - FICHA DE REGISTRO DE ATIVIDADES DO VÔO

NOME: _____ DATA NASCIMENTO: ____/____/____

NÚMERO _____ EQUIPE ESPORTIVA QUE PARTICIPA: _____

Data: _____ Número: _____ Altura: _____ Peso: _____

Tipo de atividade ligada ao voo –breve descrição	Horário ocorrência	FC	PC
1.Ida para o EIA – caminhando () motorizado ()			
2.Chegada ao EIA			
3. Briefing			
4. Tipo de missão:			
5. Debriefing			
6. Saída do EIA			
7. Outra atividade _____			

[illegible]

Prezado cadete: sua fidelidade nas respostas é de extrema importância para o levantamento de informações que redundarão em melhorias para as atividades de treinamento de vôo. Caso queira se manifestar por escrito, sugerindo, ou mesmo relatando algo que julgue importante para a pesquisa, utilize o verso da folha. Lembro-lhe que **as informações aqui coletadas são confidenciais**.

Prof.^a Luciene Conte Kube

Prof. DE/SEF-AFA

CREF/SP: 010206-G

APÊNDICE D -TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____,
identidade _____, Residente _____,
Bairro _____, Cidade _____ / _____, concordo de livre e
espontânea vontade em participar como sujeito da Pesquisa **“Aptidão físico-profissional
(AFP) aeróbica, carga laboral e distribuição do estresse de cadetes do 4.º ano
do CFOAv da AFA em 2009”**.

Declaro ter conhecimento que durante a pesquisa estarei de acordo em preencher os dados requisitados nas fichas de atividades laborais e de atividades de vôo, com o máximo de fidelidade e fidedignidade. Declaro ainda ter conhecimento de que serei avaliado em medidas antropométricas e utilizarei um freqüencímetro Polar (S725x) ou similar durante toda a rotina dos dias nos quais estarei participando da pesquisa e que a mesma me foi apresentada pela pesquisadora em reunião com outros cadetes-aviadores do 4.º ano do CFOAv/AFA.

Estou ciente que estarei sendo acompanhado pela pesquisadora ao longo dos períodos de avaliação e que a pesquisa não tem métodos invasivos ou que venham ameaçar a minha integridade física, psíquica e social.

Fica-me assegurado o direito de conhecer os resultados da pesquisa, no que tange a meus dados individuais sem qualquer ônus, bem como poder abandonar o estudo a qualquer momento, com o compromisso de fazê-lo por escrito à pesquisadora.

Fica-me também assegurada a confidencialidade de minha identidade nos dados apresentados no estudo, sendo que estes apenas serão utilizados para pesquisa e publicações científicas.

Campo Fontenelle, _____ de _____ de 2009

Assinatura do participante: _____

Profª. Luciene Conte Kube
DE/SEF – AFA
CREF/SP: 010206-G

APÊNDICE E - CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

Prezado Cadete-aviador

Os dados apresentados nesta carta fazem parte do método exploratório de informações da pesquisa: ***“APTIDÃO FÍSICO-PROFISSIONAL AERÓBICA, CARGA LABORAL E DISTRIBUIÇÃO DO ESTRESSE DE CADETES DO 4.º ANO DO CFOAV DA AFA EM 2009”***.

Pouco se conhece sobre as respostas fisiológicas de enfrentamento do estresse e de composição de carga laboral, principalmente em pilotos em treinamento, como os cadetes do Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv), na Academia da Força Aérea,

Sabe-se que parecem sofrer influências estressoras de grande magnitude, frente a complexidade da aprendizagem e domínio do voo em aeronaves de treinamento e rotina da caserna.

Pretendemos Identificar o nível das respostas fisiológicas e a carga estressora das diversas atividades que compõem o labor do cadete-aviador e, principalmente, as que incidem no voo, pois são informações importantes para detectar as suas condições de Aptidão Física nas respostas às requisições das tarefas.

Propomos o estudo e a análise de dados coletados a partir da resposta da frequência cardíaca ao longo da jornada típica diária, incluindo as atividades aéreas, para avaliar a distribuição do estresse laboral e a identificação dos momentos mais estressantes da jornada.

O principal propósito é determinar a Aptidão Físico-Profissional (AFP) que pode ser definido como Condição física necessária para suportar rotineiramente as demandas físicas de uma ocupação profissional, sem perder a eficiência do desempenho e sem prejudicar a saúde.

Acredita-se que para a Força Aérea Brasileira seja importante conhecer a Aptidão Físico-profissional Aeróbia e a distribuição do estresse laboral do cadete-aviador, pois tal conhecimento contribuirá para o aprimoramento qualitativo dos programas de formação de oficiais da Aeronáutica e, conseqüentemente do cenário do poder aeroespacial.

Os resultados desse estudo serão apresentados em veículos de comunicação científica, resguardando a confidencialidade da identidade dos participantes.

Solicitamos sua inestimável colaboração, com o compromisso de responder com a máxima seriedade e correção as questões ou atividades propostas na pesquisa.

Agradecemos sua valiosa participação.

Cordial e atenciosamente.

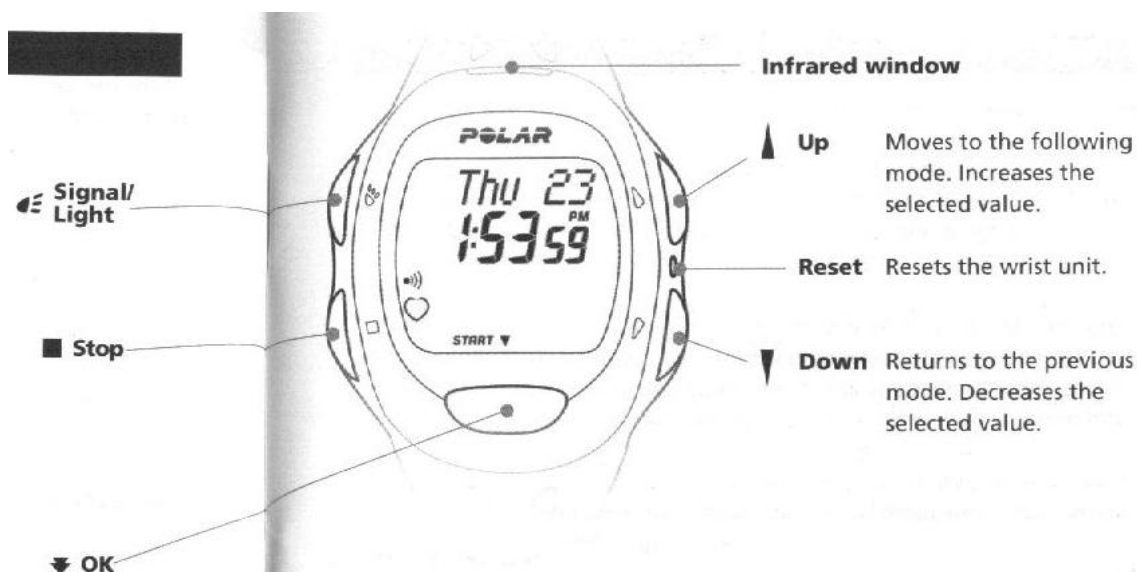
Prof(a). Luciene Conte Kube – Pesquisadora (UNIFA/AFA)

Prof. Dr. Sérgio Bastos Moreira – Orientador (UNIFA)

Campo Fontenelle, abril de 2009.

APÊNDICE F

ESQUEMA DE AJUSTES E USO DO MONITOR CARDÍACO POLAR S725x/ 610i



Este é o esquema do Monitor Cardíaco S725x Polar.

Atenção senhores cadetes

Temos que passar algumas instruções sobre os ajustes do monitor, que algumas vezes deverão ser feitas pelos senhores, na ausência da Profa. Luciene ou do TeN. Moura.

Seguem as informações:

1. O botão STOP será chamado nas instruções de Botão inferior esquerdo (BIE),
2. O botão UP será chamado de Botão superior direito (BSD),
3. O botão DOWN será chamado de Botão inferior direito (BID),
4. O botão OK, continuará a ser chamado de OK

O Monitor deve chegar em suas mãos com o mostrador acusando a hora local, o dia da semana e o dia do mês. Tal como aparece no esquema acima.

Os senhores farão apenas ajustes pessoais, ou seja, usarão o item **USER SET**. Para chegar nele devem seguir os seguintes passos.

1. Acione **Bsd = FILE**
2. **BSD = OPTIONS**
3. **OK = EXERCISE SET**
4. **BSD = MEMORY SET**
5. **BSD = FUNCTION**
6. **BSD = SPEED**

7. **BSD = USER SET** * aqui começam os ajustes
8. **OK = KG** (ACERTE SEU PESO NOS BOTÕES BSD OU BID)
9. **OK = CM** (ACERTE DA MESMA FORMA A ALTURA)
10. **OK = BIRTHDAY** (ACERTE SUA DATA, APERTANDO OK A CADA ACERTO)
11. **OK = SEX** (ACERTE COMO NA ALTURA BSD OU BID)
12. **OK = ACTIVITY** (APARECERÁ =MIDDLE)
13. **OK = HR MAX** (APARECERÁ SUA FC MÁXIMA)
14. **OK = Vo2 max** (ACERTE SE MULHER COLOQUE 35, SE HOMEM COLOQUE 45)
15. **OK =**
16. **BIE = ATÉ VOLTAR AO MODO HORA.**
17. **ELE ESTÁ PRONTO PARA SER UTILIZADO.**

COMO PREPARAR-SE PARA A COLETA DE DADOS UTILIZANDO O MONITOR.

1. Molhe a fita no local onde ela parece ser de pano. Molhe.
2. Coloque a faixa no peito segundo a foto a abaixo. Nem deixe muito apertada, nem larga.
3. Coloque o Monitor Cardíaco em seu pulso.
4. Aperte o botão OK
5. Note no visor que em alguns segundos deverá aparecer sua FC e coração (lateral esquerda) pulsando.
6. Caso isso não aconteça, procure ajustar a faixa em seu peito, ela pode estar muito embaixo.
7. Se a FC começar a aparecer e estiver estabilizada, então deve se apertar novamente o OK.
8. No mostrador aparecerá o cronômetro sendo ativado e ao lado dele uma coluna de 5 pontos que estará em movimento pulsante, ponto a ponto.
9. Isso quer dizer que seu exercício está sendo gravado.
10. Não aperte mais nenhum botão e siga na sua rotina, relatando na ficha de controle que tem em mãos, as atividades e a FC, bem como a postura corporal em que você está.
11. Ao término da rotina do dia, você deverá desligar o monitor, pois as 18h30 estará sendo passado para a Profa. E desta para outro cadete.
12. Para terminar a gravação: aperte BIE (STOP). O cronômetro será travado.
13. Aperte novamente STOP, ou botão BIE e no mostrador aparecerá a hora local e data.
14. A sua operação com o monitor está encerrada.
15. Não se esqueça de entregar a ficha devidamente preenchida.

Os dados após a coleta serão transferidos através de um sistema de leitura infra-vermelho (IR interface) da Polar. Serão armazenados e posteriormente estudados.

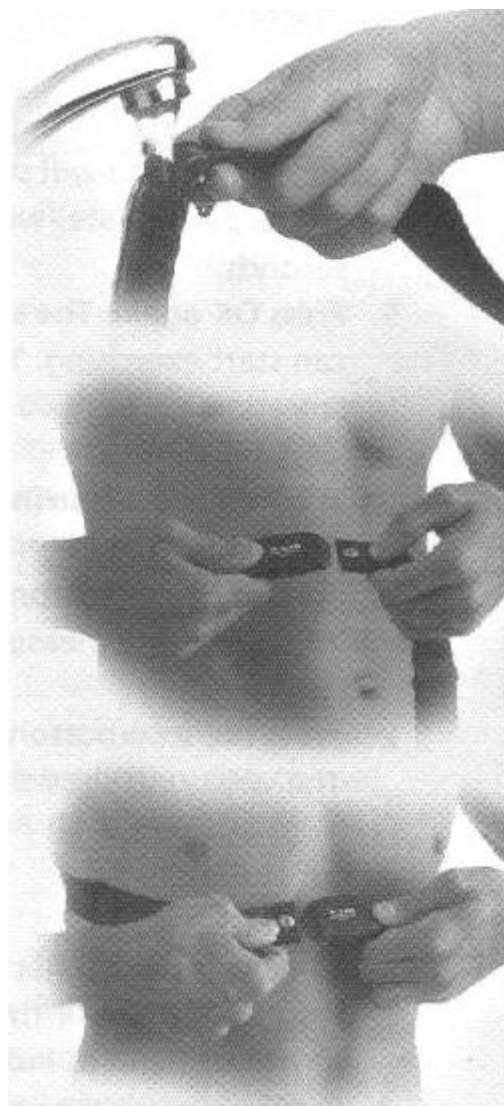
A escala que está sendo fornecida, prevê, por sorteio os dias que cada um dos senhores deverá coletar os dados. Por gentileza, prestem muita atenção na escala, pois o cadete que entrega o monitor deverá estar junto ao cadete que receberá o monitor, as 18h30 na sala do Cadete de dia com a Prof.a Luciene Kube. Somente quando a Professora não estiver presente é que os senhores deverão fazer os ajustes para o uso, ou no caso de vôos noturnos, em que o ajuste para o próximo cadete será feito logo após o vôo e o cadete que voou entrega o monitor para o próximo cadete (pois ele deve iniciar suas atividades no EIA, no outro dia, já de manhã).

Quando acionar o Monitor? Após ter se levantado para realizar seus cuidados higiênicos, deverá, antes, colocar a faixa (molhar previamente a faixa para acionar os sensores) com o sensor e o monitor e aí sim acioná-lo, observando as instruções.

Quando devo parar o monitor? Após o término de suas atividades no EIA, (quando elas acontecerem antes das 18h30 – hora de passagem do monitor) ou após vôo noturno no EIA. Nessa última forma o cadete do próximo dia deverá receber o monitor ainda nessa noite e fazer os ajustes para o próximo dia.

Obrigada senhores e senhoras por sua inestimável colaboração, nesse projeto importante para desenvolvermos o conhecimento do potencial humano e seu aperfeiçoamento na área da aprendizagem e aperfeiçoamento na aviação.

Quando tiverem dúvidas contatem Profª. Luciene Kube (19)....., ou Ten Moura no EIA. Também pelo e-mail. : lucienelck@gmail.com



ESQUEMA DE COLOCAÇÃO DA FAIXA COM SENSOR

Nome	Esqd	Data escala	Data	Data	Data	Peso	altura	Nasc
JULN						65	168	15/9/85
COM						59	164	13/11/87
SLEU						68	171	6/5/86
BRE						80	176	5/11/86
GEOR						71	181	16/12/87
BRU						71	168	11/3/86
DIOG						88	174	28/1/86
DANC						65	174	18/8/87
RAPHS						88	184	15/8/85
KARD						62	169	9/4/87

Os dados pessoais acima servem para os ajustes no modo USER, QUANDO NÃO PUDEM SER REALIZADOS PELA Prof.^a Luciene ou Tem. Moura.

Essa escala poderá sofrer modificações ao longo das semanas em função de se obter os dados requeridos.

À todos muito obrigada!

Prof.^a Luciene Conte Kube

Profa. DE/SEF-AFA

CREF/SP: 010206-G

Maio de 2009

APÊNDICE G - FICHA DO TESTE DE COOPER

Passagem	Tempo		1ª.	2ª.	3ª.	4ª.	5ª.	6ª.	7ª.	8ª.	9ª.			
NOMES	Data	FCi										FCf	FC 60s	Metros Finais
JULN														
COM														
SLEU														
BRE														
GEOR														
BRU														
DIOG														
DANC														
RAPHS														
KARD														

Prof.a Luciene Conte Kube

Profa. DE/SEF-AFA

CREF/SP: 010206-G

ANEXO A

Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities

AINSWORTH, Barbara E. HASKELL, W.L. , LEON, A.S. , JACOBS JR., D.R. , MONTOYE, H.J. , SALLIS, J.F. and PAFFENBARGER JR., R.S. , Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities, **Med. Sci. Sport. Exerc.**, v. 25, n. 1, p. 71-80, 1993.

Pesquisa feita pelo American College of Sports Medicine, 1993, The Compendium of Physical Activities Tracking Guide. Atualizado pelo American College of Sports Medicine , (ACSM), 2000.

Code	MET	Heading	Description
01009	8.5	bicycling	bicycling, BMX or mountain bicycling, <10 mph, leisure, to work or for pleasure (Taylor Code 115)
01015	8.0	bicycling	bicycling, general
01020	6.0	bicycling	bicycling, 10-11.9 mph, leisure, slow, light effort
01030	8.0	bicycling	bicycling, 12-13.9 mph, leisure, moderate effort
01040	10.0	bicycling	bicycling, 14-15.9 mph, racing or leisure, fast, vigorous effort
01050	12.0	bicycling	bicycling, 16-19 mph, racing/not drafting or >19 mph drafting, very fast, racing general
01060	16.0	bicycling	bicycling, >20 mph, racing, not drafting
01070	5.0	bicycling	unicycling
02010	7.0	conditioning exercise	bicycling, stationary, general
02011	3.0	conditioning exercise	bicycling, stationary, 50 watts, very light effort
02012	5.5	conditioning exercise	bicycling, stationary, 100 watts, light effort
02013	7.0	conditioning exercise	bicycling, stationary, 150 watts, moderate effort
02014	10.5	conditioning exercise	bicycling, stationary, 200 watts, vigorous effort
02015	12.5	conditioning exercise	bicycling, stationary, 250 watts, very vigorous effort
02020	8.0	conditioning exercise	calisthenics (e.g. pushups, situps, pullups, jumping jacks), heavy, vigorous effort
02030	3.5	conditioning exercise	calisthenics, home exercise, light or moderate effort, general (example: back exercises), going up & down from floor (Taylor Code 150)
02040	8.0	conditioning exercise	circuit training, including some aerobic movement with minimal rest , general
02050	6.0	conditioning exercise	weight lifting (free weight, nautilus or universal-type), power lifting or body building, vigorous effort (Taylor Code 210)
02060	5.5	conditioning exercise	health club exercise, general (Taylor Code 160)
02065	9.0	conditioning exercise	stair-treadmill ergometer, general
02070	7.0	conditioning exercise	rowing, stationary ergometer, general
02071	3.5	conditioning exercise	rowing, stationary, 50 watts, light effort
02072	7.0	conditioning exercise	rowing, stationary, 100 watts, moderate effort
02073	8.5	conditioning exercise	rowing, stationary, 150 watts, vigorous effort
02074	12.0	conditioning exercise	rowing, stationary, 200 watts, very vigorous effort
02080	7.0	conditioning exercise	ski machine, general
02090	6.0	conditioning exercise	slimnastics, jazzercise
02100	2.5	conditioning exercise	stretching, hatha yoga
02101	2.5	conditioning exercise	mild stretching
02110	6.0	conditioning exercise	teaching aerobic exercise class
02120	4.0	conditioning exercise	water aerobics, water calisthenics
02130	3.0	conditioning exercise	weight lifting (free, nautilus or universal-type), light or moderate effort, light workout, general
02135	1.0	conditioning exercise	whirlpool, sitting
03010	4.8	dancing	ballet or modern, twist, jazz, tap, jitterbug
03015	6.5	dancing	aerobic, general
03016	8.5	dancing	aerobic, step, with 6 – 8 inch step
03017	10.0	dancing	aerobic, step, with 10 – 12 inch step
03020	5.0	dancing	aerobic, low impact
03021	7.0	dancing	aerobic, high impact
03025	4.5	dancing	general, Greek, Middle Eastern, hula, flamenco, belly, and swing dancing
03030	5.5	dancing	ballroom, dancing fast (Taylor Code 125)
03031	4.5	dancing	ballroom, fast (disco, folk, square), line dancing, Irish step dancing, polka, contra, country

03040	3.0	dancing	ballroom, slow (e.g. waltz, foxtrot, slow dancing), samba, tango, 19th C, mambo, chacha
03050	5.5	dancing	Anishinaabe Jingle Dancing or other traditional American Indian dancing
04001	3.0	fishing and hunting	fishing, general
04010	4.0	fishing and hunting	digging worms, with shovel
04020	4.0	fishing and hunting	fishing from river bank and walking
04040	3.5	fishing and hunting	fishing from river bank, standing (Taylor Code 660)
04050	6.0	fishing and hunting	fishing in stream, in waders (Taylor Code 670)
04060	2.0	fishing and hunting	fishing, ice, sitting
04070	2.5	fishing and hunting	hunting, bow and arrow or crossbow
04080	6.0	fishing and hunting	hunting, deer, elk, large game (Taylor Code 170)
04090	2.5	fishing and hunting	hunting, duck, wading
04100	5.0	fishing and hunting	hunting, general
04110	6.0	fishing and hunting	hunting, pheasants or grouse (Taylor Code 680)
04120	5.0	fishing and hunting	hunting, rabbit, squirrel, prairie chick, raccoon, small game (Taylor Code 690)
04130	2.5	fishing and hunting	pistol shooting or trap shooting, standing
05010	3.3	home activities	carpet sweeping, sweeping floors
05020	3.0	home activities	cleaning, heavy or major (e.g. wash car, wash windows, clean garage), vigorous effort
05021	3.5	home activities	mopping
05025	2.5	home activities	multiple household tasks all at once, light effort
05026	3.5	home activities	multiple household tasks all at once, moderate effort
05027	4.0	home activities	multiple household tasks all at once, vigorous effort
05030	3.0	home activities	cleaning, house or cabin, general
05040	2.5	home activities	cleaning, light (dusting, straightening up, changing linen, carrying out trash)
05041	2.3	home activities	wash dishes - standing or in general (not broken into stand/walk components)
05042	2.5	home activities	wash dishes; clearing dishes from table – walking
05043	3.5	home activities	vacuuming
05045	6.0	home activities	butchering animals
05050	2.0	home activities	cooking or food preparation - standing or sitting or in general (not broken into stand/walk components), manual appliance
05051	2.5	home activities	serving food, setting table - implied walking or standing
05052	2.5	home activities	cooking or food preparation - walking
05053	2.5	home activities	feeding animals
05055	2.5	home activities	putting away groceries (e.g. carrying groceries , shopping without a grocery cart), carrying packages
05056	7.5	home activities	carrying groceries upstairs
05057	3.0	home activities	cooking Indian bread on an outside stove
05060	2.3	home activities	food shopping with or without a grocery cart, standing or walking
05065	2.3	home activities	non-food shopping, standing or walking
		home activities	walking shopping (non-grocery shopping)
05070	2.3	home activities	ironing
05080	1.5	home activities	sitting - knitting, sewing, lt. wrapping (presents)
05090	2.0	home activities	implied standing - laundry, fold or hang clothes, put clothes in washer or dryer, packing suitcase
05095	2.3	home activities	implied walking - putting away clothes, gathering clothes to pack, putting away laundry
05100	2.0	home activities	making bed
05110	5.0	home activities	maple syruping/sugar bushing (including carrying buckets, carrying wood)
05120	6.0	home activities	moving furniture, household items, carrying boxes
05130	3.8	home activities	scrubbing floors, on hands and knees, scrubbing bathroom, bathtub
05140	4.0	home activities	sweeping garage, sidewalk or outside of house
		home activities	moving household items, carrying boxes
05146	3.5	home activities	standing - packing/unpacking boxes, occasional lifting of household items light - moderate effort
05147	3.0	home activities	implied walking - putting away household items - moderate effort
05148	2.5	home activities	watering plants
05149	2.5	home activities	building a fire inside
05150	9.0	home activities	moving household items upstairs, carrying boxes or furniture
05160	2.0	home activities	standing - light (pump gas, change light bulb, etc.)
05165	3.0	home activities	walking - light, non-cleaning (readying to leave, shut/lock doors, close windows, etc.)

05170	2.5	home activities	sitting - playing with child(ren) – light, only active periods
05171	2.8	home activities	standing - playing with child(ren) – light, only active periods
05175	4.0	home activities	walk/run - playing with child(ren) – moderate, only active periods
05180	5.0	home activities	walk/run - playing with child(ren) – vigorous, only active periods
05181	3.0	home activities	carrying small children
05185	2.5	home activities	child care: sitting/kneeling - dressing, bathing, grooming, feeding, occasional lifting of child-light effort, genera
05186	3.0	home activities	child care: standing - dressing, bathing, grooming, feeding, occasional lifting of child-light effort
05187	4.0	home activities	elder care, disabled adult, only active periods
05188	1.5	home activities	reclining with baby
05190	2.5	home activities	sit, play ing with animals, light, only active periods
05191	2.8	home activities	stand, playing with animals, light, only active periods
05192	2.8	home activities	walk/run, playing with animals, light, only active periods
05193	4.0	home activities	walk/run, playing with animals, moderate, only active periods
05194	5.0	home activities	walk/run, playing with animals, vigorous, only active periods
05195	3.5	home activities	standing - bathing dog
06010	3.0	home repair	airplane repair
06020	4.0	home repair	automobile body work
06030	3.0	home repair	automobile repair
06040	3.0	home repair	carpentry, general, workshop (Taylor Code 620)
06050	6.0	home repair	carpentry, outside house, installing rain gutters, building a fence , (Taylor Code 640)
06060	4.5	home repair	carpentry, finishing or refinishing cabinets or furniture
06070	7.5	home repair	carpentry, sawing hardwood
06080	5.0	home repair	caulking, chinking log cabin
06090	4.5	home repair	caulking, except log cabin
06100	5.0	home repair	cleaning gutters
06110	5.0	home repair	excavating garage
06120	5.0	home repair	hanging storm windows
06130	4.5	home repair	laying or removing carpet
06140	4.5	home repair	laying tile or linoleum, repairing appliances
06150	5.0	home repair	painting, outside home (Taylor Code 650)
06160	3.0	home repair	painting, papering, plastering, scraping, inside house, hanging sheet rock, remodeling
06165	4.5	home repair	painting, (Taylor Code 630)
06170	3.0	home repair	put on and removal of tarp - sailboat
06180	6.0	home repair	roofing
06190	4.5	home repair	sanding floors with a power sander
06200	4.5	home repair	scraping and painting sailboat or powerboat
06210	5.0	home repair	spreading dirt with a shovel
06220	4.5	home repair	washing and waxing hull of sailboat, car, powerboat, airplane
06230	4.5	home repair	washing fence, painting fence
06240	3.0	home repair	wiring, plumbing
07010	1.0	inactivity quiet	lying quietly, watching television
07011	1.0	inactivity quiet	lying quietly, doing nothing, lying in bed awake, listening to music (not talking or reading)
07020	1.0	inactivity quiet	sitting quietly and watching television
07021	1.0	inactivity quiet	sitting quietly, sitting smoking, listening to music (not talking or reading), watching a movie in a theate
07030	0.9	inactivity quiet	sleeping
07040	1.2	inactivity quiet	standing quietly (standing in a line)
07050	1.0	inactivity light	reclining - writing
07060	1.0	inactivity light	reclining - talking or talking on phone
07070	1.0	inactivity light	reclining - reading
07075	1.0	inactivity light	meditating
08010	5.0	lawn and garden	carrying, loading or stacking wood, loading/unloading or carrying lumber
08020	6.0	lawn and garden	chopping wood, splitting logs
08030	5.0	lawn and garden	clearing land, hauling branches, wheelbarrow chores
08040	5.0	lawn and garden	digging sandbox
08050	5.0	lawn and garden	digging, spading, filling garden, composting , (Taylor Code 590)
08060	6.0	lawn and garden	gardening with heavy power tools, tilling a garden, chain saw

08080	5.0	lawn and garden	laying crushed rock
08090	5.0	lawn and garden	laying sod
08095	5.5	lawn and garden	mowing lawn, general
08100	2.5	lawn and garden	mowing lawn, riding mower (Taylor Code 550)
08110	6.0	lawn and garden	mowing lawn, walk, hand mower (Taylor Code 570)
08120	5.5	lawn and garden	mowing lawn, walk, power mower
08125	4.5	lawn and garden	mowing lawn, power mower (Taylor Code 590)
08130	4.5	lawn and garden	operating snow blower, walking
08140	4.5	lawn and garden	planting seedlings, shrubs
08150	4.5	lawn and garden	planting trees
08160	4.3	lawn and garden	raking lawn
08165	4.0	lawn and garden	raking lawn (Taylor Code 600)
08170	4.0	lawn and garden	raking roof with snow rake
08180	3.0	lawn and garden	riding snow blower
08190	4.0	lawn and garden	sacking grass, leaves
08200	6.0	lawn and garden	shoveling snow, by hand (Taylor Code 610)
08210	4.5	lawn and garden	trimming shrubs or trees, manual cutter
08215	3.5	lawn and garden	trimming shrubs or trees, power cutter, using leaf blower, edger
08220	2.5	lawn and garden	walking, applying fertilizer or seeding a lawn
08230	1.5	lawn and garden	watering lawn or garden, standing or walking
08240	4.5	lawn and garden	weeding, cultivating garden (Taylor Code 580)
08245	4.0	lawn and garden	gardening, general
08246	3.0	lawn and garden	picking fruit off trees, picking fruits/vegetables, moderate effort
08250	3.0	lawn and garden	implied walking/standing - picking up yard, light, picking flowers or vegetables
08251	3.0	lawn and garden	walking, gathering gardening tools
09010	1.5	miscellaneous	sitting - card playing, playing board games
09020	2.3	miscellaneous	standing - drawing (writing), casino gambling, duplicating machine
09030	1.3	miscellaneous	sitting - reading, book, newspaper, etc.
09040	1.8	miscellaneous	sitting - writing, desk work, typing
09050	1.8	miscellaneous	standing - talking or talking on the phone
09055	1.5	miscellaneous	sitting - talking or talking on the phone
09060	1.8	miscellaneous	sitting - studying, general, including reading and/or writing
09065	1.8	miscellaneous	sitting - in class, general, including note-taking or class discussion
09070	1.8	miscellaneous	standing - reading
09071	2.0	miscellaneous	standing - miscellaneous
09075	1.5	miscellaneous	sitting - arts and crafts, light effort
09080	2.0	miscellaneous	sitting - arts and crafts, moderate effort
09085	1.8	miscellaneous	standing - arts and crafts, light effort
09090	3.0	miscellaneous	standing - arts and crafts, moderate effort
09095	3.5	miscellaneous	standing - arts and crafts, vigorous effort
09100	1.5	miscellaneous	retreat/family reunion activities involving sitting, relaxing, talking, eating
09105	2.0	miscellaneous	touring/traveling/vacation involving walking and riding
09110	2.5	miscellaneous	camping involving standing, walking, sitting, light-to-moderate effort
09115	1.5	miscellaneous	sitting at a sporting event, spectator
10010	1.8	music playing	accordion
10020	2.0	music playing	cello
10030	2.5	music playing	conducting
10040	4.0	music playing	drums
10050	2.0	music playing	flute (sitting)
10060	2.0	music playing	horn
10070	2.5	music playing	piano or organ
10080	3.5	music playing	trombone
10090	2.5	music playing	trumpet
10100	2.5	music playing	violin
10110	2.0	music playing	woodwind
10120	2.0	music playing	guitar, classical, folk (sitting)
10125	3.0	music playing	guitar, rock and roll band (standing)
10130	4.0	music playing	marching band, playing an instrument, baton twirling (walking)
10135	3.5	music playing	marching band, drum major (walking)
11010	4.0	occupation	bakery, general, moderate effort
11015	2.5	occupation	bakery, light effort
11020	2.3	occupation	bookbinding
11030	6.0	occupation	building road (including hauling debris, driving heavy

			machinery)
11035	2.0	occupation	building road, directing traffic (standing)
11040	3.5	occupation	carpentry, general
11050	8.0	occupation	carrying heavy loads, such as bricks
11060	8.0	occupation	carrying moderate loads up stairs, moving boxes (16-40 pounds)
11070	2.5	occupation	chambermaid, making bed (nursing)
11080	6.5	occupation	coal mining, drilling coal, rock
11090	6.5	occupation	coal mining, erecting supports
11100	6.0	occupation	coal mining, general
11110	7.0	occupation	coal mining, shoveling coal
11120	5.5	occupation	construction, outside, remodeling
11121	3.0	occupation	custodial work - buffing the floor with electric buffer
11122	2.5	occupation	custodial work - cleaning sink and toilet, light effort
11123	2.5	occupation	custodial work - dusting, light effort
11124	4.0	occupation	custodial work - feathering arena floor, moderate effort
11125	3.5	occupation	custodial work - general cleaning, moderate effort
11126	3.5	occupation	custodial work - mopping, moderate effort
11127	3.0	occupation	custodial work - take out trash, moderate effort
11128	2.5	occupation	custodial work - vacuuming, light effort
11129	3.0	occupation	custodial work - vacuuming, moderate effort
11130	3.5	occupation	electrical work, plumbing
11140	8.0	occupation	farming, baling hay, cleaning barn, poultry work, vigorous effort
11150	3.5	occupation	farming, chasing cattle, non-strenuous(walking), moderate effort
11151	4.0	occupation	farming, chasing cattle or other livestock on horseback, moderate effort
11152	2.0	occupation	farming, chasing cattle or other livestock, driving, light effort
11160	2.5	occupation	farming, driving harvester, cutting hay , irrigation work
11170	2.5	occupation	farming, driving tractor
11180	4.0	occupation	farming, feeding small animals
11190	4.5	occupation	farming, feeding cattle, horses
11191	4.5	occupation	farming, hauling water for animals, general hauling water
11192	6.0	occupation	farming, taking care of animals (grooming, brushing, shearing sheep, assisting with birthing, medical care, branding)
11200	8.0	occupation	farming, forking straw bales, cleaning corral or barn , vigorous effort
11210	3.0	occupation	farming, milking by hand, moderate effort
11220	1.5	occupation	farming, milking by machine, light effort
11230	5.5	occupation	farming, shoveling grain, moderate effort
11240	12.0	occupation	fire fighter, general
11245	11.0	occupation	fire fighter, climbing ladder with full gear
11246	8.0	occupation	fire fighter, hauling hoses on ground
11250	17.0	occupation	forestry, ax chopping, fast
11260	5.0	occupation	forestry, ax chopping, slow
11270	7.0	occupation	forestry, barking trees
11280	11.0	occupation	forestry, carrying logs
11290	8.0	occupation	forestry, felling trees
11300	8.0	occupation	forestry, general
11310	5.0	occupation	forestry, hoeing
11320	6.0	occupation	forestry, planting by hand
11330	7.0	occupation	forestry, sawing by hand
11340	4.5	occupation	forestry, sawing, power
11350	9.0	occupation	forestry, trimming trees
11360	4.0	occupation	forestry, weeding
11370	4.5	occupation	furriery
11380	6.0	occupation	horse grooming
11390	8.0	occupation	horse racing, galloping
11400	6.5	occupation	horse racing, trotting
11410	2.6	occupation	horse racing, walking
11420	3.5	occupation	locksmith
11430	2.5	occupation	machine tooling, machining, working sheet metal
11440	3.0	occupation	machine tooling, operating lathe
11450	5.0	occupation	machine tooling, operating punch press
11460	4.0	occupation	machine tooling, tapping and drilling
11470	3.0	occupation	machine tooling, welding
11480	7.0	occupation	masonry, concrete
11485	4.0	occupation	masseur, masseuse (standing)

11490	7.5	occupation	moving, pushing heavy objects, 75 lbs or more (desks, moving van work)
11495	12.0	occupation	skindiving or SCUBA diving as a frogman (Navy Seal)
11500	2.5	occupation	operating heavy duty equipment/automated, not driving
11510	4.5	occupation	orange grove work
11520	2.3	occupation	printing (standing)
11525	2.5	occupation	police, directing traffic (standing)
11526	2.0	occupation	police, driving a squad car (sitting)
11527	1.3	occupation	police, riding in a squad car (sitting)
11528	4.0	occupation	police, making an arrest (standing)
11530	2.5	occupation	shoe repair, general
11540	8.5	occupation	shoveling, digging ditches
11550	9.0	occupation	shoveling, heavy (more than 16 pounds/minute)
11560	6.0	occupation	shoveling, light (less than 10 pounds/minute)
11570	7.0	occupation	shoveling, moderate (10 to 15 pounds/minute)
11580	1.5	occupation	sitting - light office work, general (chemistry lab work, light use of hand tools, watch repair or micro-assembly, light assembly/repair), sitting, reading, driving at work
11585	1.5	occupation	sitting meetings, general, and/or with talking involved, eating at a business meeting
11590	2.5	occupation	sitting; moderate (heavy levers, riding mower/forklift, crane operation) teaching stretching or yoga
11600	2.3	occupation	standing; light (bartending, store clerk, assembling, filing, duplicating, putting up a Christmas tree), standing and talking at work, changing clothes when teaching physical education
11610	3.0	occupation	standing; light/moderate (assemble/repair heavy parts, welding, stocking, auto repair, pack boxes for moving, etc.), patient care (as in nursing)
11615	4.0	occupation	lifting items continuously, 10 – 20 lbs, with limited walking or resting
11620	3.5	occupation	standing; moderate (assembling at fast rate, intermittent, lifting 50 lbs, hitch/twisting ropes)
11630	4.0	occupation	standing; moderate/heavy (lifting more than 50 lbs, masonry, painting, paper hanging)
11640	5.0	occupation	steel mill, fettling
11650	5.5	occupation	steel mill, forging
11660	8.0	occupation	steel mill, hand rolling
11670	8.0	occupation	steel mill, merchant mill rolling
11680	11.0	occupation	steel mill, removing slag
11690	7.5	occupation	steel mill, tending furnace
11700	5.5	occupation	steel mill, tipping molds
11710	8.0	occupation	steel mill, working in general
11720	2.5	occupation	tailoring, cutting
11730	2.5	occupation	tailoring, general
11740	2.0	occupation	tailoring, hand sewing
11750	2.5	occupation	tailoring, machine sewing
11760	4.0	occupation	tailoring, pressing
11765	3.5	occupation	tailoring, weaving
11766	6.5	occupation	truck driving, loading and unloading truck (standing)
11770	1.5	occupation	typing, electric, manual or computer
11780	6.0	occupation	using heavy power tools such as pneumatic tools (jackhammers, drills, etc.)
11790	8.0	occupation	using heavy tools (not power) such as shovel, pick, tunnel bar, spade
11791	2.0	occupation	walking on job, less than 2.0 mph (in office or lab area), very slow
11792	3.3	occupation	walking on job, 3.0 mph, in office, moderate speed, not carrying anything
11793	3.8	occupation	walking on job, 3.5 mph, in office, brisk speed, not carrying anything
11795	3.0	occupation	walking, 2.5 mph, slowly and carrying light objects less than 25 pounds
11796	3.0	occupation	walking, gathering things at work, ready to leave
11800	4.0	occupation	walking, 3.0 mph, moderately and carrying light objects less than 25 lbs
11805	4.0	occupation	walking, pushing a wheelchair
11810	4.5	occupation	walking, 3.5 mph, briskly and carrying objects less than 25 pounds
11820	5.0	occupation	walking or walk downstairs or standing, carrying objects about 25 to 49 pounds
11830	6.5	occupation	walking or walk downstairs or standing, carrying objects

			about 50 to 74 pounds
11840	7.5	occupation	walking or walk downstairs or standing, carrying objects about 75 to 99 pounds
11850	8.5	occupation	walking or walk downstairs or standing, carrying objects about 100 pounds or over
11870	3.0	occupation	working in scene shop, theater actor, backstage employee
11875	4.0	occupation	teach physical education, exercise, sports classes (non-sport play)
11876	6.5	occupation	teach physical education, exercise, sports classes (participate in the class)
12010	6.0	running	jog/walk combination (jogging component of less than 10 minutes) (Taylor Code 180)
12020	7.0	running	jogging, general
12025	8.0	running	jogging, in place
12027	4.5	running	jogging on a mini-tramp
12030	8.0	running	running, 5 mph (12 min/mile)
12040	9.0	running	running, 5.2 mph (11.5 min/mile)
12050	10.0	running	running, 6 mph (10 min/mile)
12060	11.0	running	running, 6.7 mph (9 min/mile)
12070	11.5	running	running, 7 mph (8.5 min/mile)
12080	12.5	running	running, 7.5 mph (8 min/mile)
12090	13.5	running	running, 8 mph (7.5 min/mile)
12100	14.0	running	running, 8.6 mph (7 min/mile)
12110	15.0	running	running, 9 mph (6.5 min/mile)
12120	16.0	running	running, 10 mph (6 min/mile)
12130	18.0	running	running, 10.9 mph (5.5 min/mile)
12140	9.0	running	running, cross country
12150	8.0	running	running (Taylor Code 200)
		running	running, in place
12170	15.0	running	running, stairs, up
12180	10.0	running	running, on a track, team practice
12190	8.0	running	running, training, pushing a wheelchair
		running	running, wheeling, general
13000	2.0	self care	standing - getting ready for bed, in general
13009	1.0	self care	sitting on toilet
13010	1.5	self care	bathing (sitting)
13020	2.0	self care	dressing, undressing (standing or sitting)
13030	1.5	self care	eating (sitting)
13035	2.0	self care	talking and eating or eating only (standing)
13036	1.0	self care	taking medication, sitting or standing
13040	2.0	self care	grooming (washing, shaving, brushing teeth, urinating, washing hands, putting on make-up), sitting or standing
13045	2.5	self care	hairstyling
13046	1.0	self care	having hair or nails done by someone else, sitting
13050	2.0	self care	showering, towel off (standing)
14010	1.5	sexual activity	active, vigorous effort
14020	1.3	sexual activity	general, moderate effort
14030	1.0	sexual activity	passive, light effort, kissing, hugging
15010	3.5	sports	archery (non-hunting)
15020	7.0	sports	badminton, competitive (Taylor Code 450)
15030	4.5	sports	badminton, social singles and doubles, general
15040	8.0	sports	basketball, game (Taylor Code 490)
15050	6.0	sports	basketball, non-game, general (Taylor Code 480)
15060	7.0	sports	basketball, officiating (Taylor Code 500)
15070	4.5	sports	basketball, shooting baskets
15075	6.5	sports	basketball, wheelchair
15080	2.5	sports	billiards
15090	3.0	sports	bowling (Taylor Code 390)
15100	12.0	sports	boxing, in ring, general
15110	6.0	sports	boxing, punching bag
15120	9.0	sports	boxing, sparring
15130	7.0	sports	broomball
15135	5.0	sports	children's games (hopscotch, 4-square, dodge ball, playground apparatus, t-ball, tetherball, marbles, jacks, acrace games)
15140	4.0	sports	coaching: football, soccer, basketball, baseball, swimming, etc.
15150	5.0	sports	cricket (batting, bowling)
15160	2.5	sports	croquet

15170	4.0	sports	curling
15180	2.5	sports	darts, wall or lawn
15190	6.0	sports	drag racing, pushing or driving a car
15200	6.0	sports	fencing
15210	9.0	sports	football, competitive
15230	8.0	sports	football, touch, flag, general (Taylor Code 510)
15235	2.5	sports	football or baseball, playing catch
15240	3.0	sports	frisbee playing, general
15250	8.0	sports	frisbee, ultimate
15255	4.5	sports	golf, general
		sports	golf carrying clubs
15265	4.5	sports	golf, walking and carrying clubs (See footnote at end of the Compendium)
15270	3.0	sports	golf, miniature, driving range
		sports	golf, pulling clubs
15285	4.3	sports	golf, walking and pulling clubs (See footnote at end of the Compendium)
15290	3.5	sports	golf, using power cart (Taylor Code 070)
15300	4.0	sports	gymnastics, general
15310	4.0	sports	hacky sack
15320	12.0	sports	handball, general (Taylor Code 520)
15330	8.0	sports	handball, team
15340	3.5	sports	hand gliding
15350	8.0	sports	hockey, field
15360	8.0	sports	hockey, ice
15370	4.0	sports	horseback riding, general
15380	3.5	sports	horseback riding, saddling horse, grooming horse
15390	6.5	sports	horseback riding, trotting
15400	2.5	sports	horseback riding, walking
15410	3.0	sports	horseshoe pitching, quoits
15420	12.0	sports	jai alai
15430	10.0	sports	judo, jujitsu, karate, kick boxing, tae kwan do
15440	4.0	sports	juggling
15450	7.0	sports	kickball
15460	8.0	sports	lacrosse
15470	4.0	sports	motor-cross
15480	9.0	sports	orienteering
15490	10.0	sports	paddleball, competitive
15500	6.0	sports	paddleball, casual, general (Taylor Code 460)
15510	8.0	sports	polo
15520	10.0	sports	racquetball, competitive
15530	7.0	sports	racquetball, casual, general (Taylor Code 470)
15535	11.0	sports	rock climbing, ascending rock
15540	8.0	sports	rock climbing, rappelling
15550	12.0	sports	rope jumping, fast
15551	10.0	sports	rope jumping, moderate, general
15552	8.0	sports	rope jumping, slow
15560	10.0	sports	rugby
15570	3.0	sports	shuffleboard, lawn bowling
15580	5.0	sports	skateboarding
15590	7.0	sports	skating, roller (Taylor Code 360)
15591	12.0	sports	roller blading (in-line skating)
15600	3.5	sports	sky diving
15605	10.0	sports	soccer, competitive
15610	7.0	sports	soccer, casual, general (Taylor Code 540)
15620	5.0	sports	softball or baseball, fast or slow pitch, general (Taylor Code 440)
15630	4.0	sports	softball, officiating
15640	6.0	sports	softball, pitching
15650	12.0	sports	squash (Taylor Code 530)
15660	4.0	sports	table tennis, ping pong (Taylor Code 410)
15670	4.0	sports	tai chi
15675	7.0	sports	tennis, general
15680	6.0	sports	tennis, doubles (Taylor Code 430)
15685	5.0	sports	tennis, doubles
15690	8.0	sports	tennis, singles (Taylor Code 420)
15700	3.5	sports	trampoline
15710	4.0	sports	volleyball (Taylor Code 400)
15711	8.0	sports	volleyball, competitive, in gymnasium
15720	3.0	sports	volleyball, non-competitive, 6 - 9 member team, genera

15725	8.0	sports	volleyball, beach
15730	6.0	sports	wrestling (one match = 5 minutes)
15731	7.0	sports	wallyball, general
15732	4.0	sports	track and field (shot, discus, hammer throw)
15733	6.0	sports	track and field (high jump, long jump, triple jump, javelin, pole vault)
15734	10.0	sports	track and field (steeplechase, hurdles)
16010	2.0	transportation	automobile or light truck (not a semi) driving
16015	1.0	transportation	riding in a car or truck
16016	1.0	transportation	riding in a bus
16020	2.0	transportation	flying airplane
16030	2.5	transportation	motor scooter, motorcycle
16040	6.0	transportation	pushing plane in and out of hangar
16050	3.0	transportation	driving heavy truck, tractor, bus
17010	7.0	walking	backpacking (Taylor Code 050)
17020	3.5	walking	carrying infant or 15 pound load (e.g. suitcase), level ground or downstairs
17025	9.0	walking	carrying load upstairs, general
17026	5.0	walking	carrying 1 to 15 lb load, upstairs
17027	6.0	walking	carrying 16 to 24 lb load, upstairs
17028	8.0	walking	carrying 25 to 49 lb load, upstairs
17029	10.0	walking	carrying 50 to 74 lb load, upstairs
17030	12.0	walking	carrying 74+ lb load, upstairs
17031	3.0	walking	loading /unloading a car
17035	7.0	walking	climbing hills with 0 to 9 pound load
17040	7.5	walking	climbing hills with 10 to 20 pound load
17050	8.0	walking	climbing hills with 21 to 42 pound load
17060	9.0	walking	climbing hills with 42+ pound load
17070	3.0	walking	downstairs
17080	6.0	walking	hiking, cross country (Taylor Code 040)
17085	2.5	walking	bird watching
17090	6.5	walking	marching, rapidly, military
17100	2.5	walking	pushing or pulling stroller with child or walking with children
17105	4.0	walking	pushing a wheelchair, non-occupational setting
17110	6.5	walking	race walking
17120	8.0	walking	rock or mountain climbing (Taylor Code 060)
17130	8.0	walking	up stairs, using or climbing up ladder (Taylor Code 030)
17140	5.0	walking	using crutches
17150	2.0	walking	walking, household walking
17151	2.0	walking	walking, less than 2.0 mph, level ground, strolling, very slow
17152	2.5	walking	walking, 2.0 mph, level, slow pace, firm surface
17160	3.5	walking	walking for pleasure (Taylor Code 010)
17161	2.5	walking	walking from house to car or bus, from car or bus to go places, from car or bus to and from the worksite
17162	2.5	walking	walking to neighbor's house or family's house for social reasons
17165	3.0	walking	walking the dog
17170	3.0	walking	walking, 2.5 mph, firm surface
17180	2.8	walking	walking, 2.5 mph, downhill
17190	3.3	walking	walking, 3.0 mph, level, moderate pace, firm surface
17200	3.8	walking	walking, 3.5 mph, level, brisk, firm surface, walking for exercise
17210	6.0	walking	walking, 3.5 mph, uphill
17220	5.0	walking	walking, 4.0 mph, level, firm surface, very brisk pace
17230	6.3	walking	walking, 4.5 mph, level, firm surface, very, very brisk
17231	8.0	walking	walking, 5.0 mph
17250	3.5	walking	walking, for pleasure, work break
17260	5.0	walking	walking, grass track
17270	4.0	walking	walking, to work or class (Taylor Code 015)
17280	2.5	walking	walking to and from an outhouse
18010	2.5	water activities	boating, power
18020	4.0	water activities	canoeing, on camping trip (Taylor Code 270)
18025	3.3	water activities	canoeing, harvesting wild rice, knocking rice off the stalks
18030	7.0	water activities	canoeing, portaging
18040	3.0	water activities	canoeing, rowing, 2.0-3.9 mph, light effort
18050	7.0	water activities	canoeing, rowing, 4.0-5.9 mph, moderate effort
18060	12.0	water activities	canoeing, rowing, >6 mph, vigorous effort
18070	3.5	water activities	canoeing, rowing, for pleasure, general (Taylor Code 250)

18080	12.0	water activities	canoeing, rowing, in competition, or crew or sculling (Taylor Code 260)
18090	3.0	water activities	diving, springboard or platform
18100	5.0	water activities	kayaking
18110	4.0	water activities	paddle boat
18120	3.0	water activities	sailing, boat and board sailing, windsurfing, ice sailing, general (Taylor Code 235)
18130	5.0	water activities	sailing, in competition
18140	3.0	water activities	sailing, Sunfish/Laser/Hobby Cat, Keel boats, ocean sailing, yachting
18150	6.0	water activities	skiing, water (Taylor Code 220)
18160	7.0	water activities	skimobiling
		water activities	
18180	16.0	water activities	skindiving, fast
18190	12.5	water activities	skindiving, moderate
18200	7.0	water activities	skindiving, scuba diving, general (Taylor Code 310)
18210	5.0	water activities	snorkeling (Taylor Code 320)
18220	3.0	water activities	surfing, body or board
18230	10.0	water activities	swimming laps, freestyle, fast, vigorous effort
18240	7.0	water activities	swimming laps, freestyle, slow, moderate or light effort
18250	7.0	water activities	swimming, backstroke, general
18260	10.0	water activities	swimming, breaststroke, general
18270	11.0	water activities	swimming, butterfly, general
18280	11.0	water activities	swimming, crawl, fast (75 yards/minute), vigorous effort
18290	8.0	water activities	swimming, crawl, slow (50 yards/minute), moderate or light effort
18300	6.0	water activities	swimming, lake, ocean, river (Taylor Codes 280, 295)
18310	6.0	water activities	swimming, leisurely, not lap swimming, general
18320	8.0	water activities	swimming, sidestroke, general
18330	8.0	water activities	swimming, synchronized
18340	10.0	water activities	swimming, treading water, fast vigorous effort
18350	4.0	water activities	swimming, treading water, moderate effort, general
18355	4.0	water activities	water aerobics, water calisthenics
18360	10.0	water activities	water polo
18365	3.0	water activities	water volleyball
18366	8.0	water activities	water jogging
18370	5.0	water activities	whitewater rafting, kayaking, or canoeing
19010	6.0	winter activities	moving ice house (set up/drill holes, etc.)
19020	5.5	winter activities	skating, ice, 9 mph or less
19030	7.0	winter activities	skating, ice, general (Taylor Code 360)
19040	9.0	winter activities	skating, ice, rapidly, more than 9 mph
19050	15.0	winter activities	skating, speed, competitive
19060	7.0	winter activities	ski jumping (climb up carrying skis)
19075	7.0	winter activities	skiing, general
19080	7.0	winter activities	skiing, cross country, 2.5 mph, slow or light effort, ski walking
19090	8.0	winter activities	skiing, cross country, 4.0-4.9 mph, moderate speed and effort, genera
19100	9.0	winter activities	skiing, cross country, 5.0-7.9 mph, brisk speed, vigorous effort
19110	14.0	winter activities	skiing, cross country, >8.0 mph, racing
19130	16.5	winter activities	skiing, cross country, hard snow, uphill, maximum, snow mountaineering
19150	5.0	winter activities	skiing, downhill, light effort
19160	6.0	winter activities	skiing, downhill, moderate effort, general
19170	8.0	winter activities	skiing, downhill, vigorous effort, racing
19180	7.0	winter activities	sledding, tobogganing, bobsledding, luge (Taylor Code 370)
19190	8.0	winter activities	snow shoeing
19200	3.5	winter activities	snowmobiling
20000	1.0	religious activities	sitting in church, in service, attending a ceremony, sitting quietly
20001	2.5	religious activities	sitting, playing an instrument at church
20005	1.5	religious activities	sitting in church, talking or singing, attending a ceremony, sitting, active participation
20010	1.3	religious activities	sitting, reading religious materials at home
20015	1.2	religious activities	standing in church (quietly), attending a ceremony, standing quietly
20020	2.0	religious activities	standing, singing in church, attending a ceremony, standing, active participation
20025	1.0	religious activities	kneeling in church/at home (praying)

20030	1.8	religious activities	standing, talking in church
20035	2.0	religious activities	walking in church
20036	2.0	religious activities	walking, less than 2.0 mph - very slow
20037	3.3	religious activities	walking, 3.0 mph, moderate speed, not carrying anything
20038	3.8	religious activities	walking, 3.5 mph, brisk speed, not carrying anything
20039	2.0	religious activities	walk/stand combination for religious purposes, usher
20040	5.0	religious activities	praise with dance or run, spiritual dancing in church
20045	2.5	religious activities	serving food at church
20046	2.0	religious activities	preparing food at church
20047	2.3	religious activities	washing dishes/cleaning kitchen at church
20050	1.5	religious activities	eating at church
20055	2.0	religious activities	eating/talking at church or standing eating, American Indian Feast days
20060	3.0	religious activities	cleaning church
20061	5.0	religious activities	general yard work at church
20065	2.5	religious activities	standing - moderate (lifting 50 lbs., assembling at fast rate)
20095	4.0	religious activities	standing - moderate/heavy work
20100	1.5	religious activities	typing, electric, manual, or computer
21000	1.5	volunteer activities	sitting - meeting, general, and/or with talking involved
21005	1.5	volunteer activities	sitting - light office work, in general
21010	2.5	volunteer activities	sitting - moderate work
21015	2.3	volunteer activities	standing - light work (filing, talking, assembling)
21016	2.5	volunteer activities	sitting, child care, only active periods
21017	3.0	volunteer activities	standing, child care, only active periods
21018	4.0	volunteer activities	walk/run play with children, moderate, only active periods
21019	5.0	volunteer activities	walk/run play with children, vigorous, only active periods
21020	3.0	volunteer activities	standing - light/moderate work (pack boxes, assemble/repair, set up chairs/furniture)
21025	3.5	volunteer activities	standing - moderate (lifting 50 lbs., assembling at fast rate)
21030	4.0	volunteer activities	standing - moderate/heavy work
21035	1.5	volunteer activities	typing, electric, manual, or computer
1 MET (metabolic equivalents) (Gasto de energia na atividade - valores pré-estabelecidos por atividade, tabela McARDLE, 1989)			1 Met = 1 kcal x kg ⁻¹ x h ⁻¹ ou 3,5ml O ₂ /kg/min
Energia gasta com a atividade = MET x Peso x Tempo de atividade (min)/60			

Disponível no site: www.saudeemmovimento.com.br, acesso em setembro de 2009