

# O Impacto do Estresse Térmico na Instrução Aérea do 1º/11ºGAV

*The Heat Stress Impact at the Flight Instruction of the 1º/11º Squadron*

*El Impacto del Estrés Térmico en la Instrucción Aérea del 1º/11ºGAV*



Capitão Aviador Plínio da Silva Becker  
Primeiro Esquadrão do Décimo Primeiro Grupo de Aviação (1º/11º GAV), Subseção de Doutrina de Voo,  
Panamirim, RN  
psbecker@ig.com.br

## RESUMO

Foi observado que os pilotos de helicóptero em formação no Primeiro Esquadrão do Décimo Primeiro Grupo de Aviação (1º/11ºGAV) retornavam da instrução aérea com intensa sudorese, sintomas de cansaço físico e respiração ofegante. Subjetivamente, muitos pilotos atribuíam uma redução no desempenho na instrução em função dos efeitos do calor a bordo da cabine de voo. Isto gerou uma inquietação e, para verificar a existência de fundamento científico, foi realizado este estudo que teve como objetivo verificar a influência do estresse térmico no desempenho dos pilotos em formação. Dessa forma, este trabalho foi realizado em duas fases: a primeira baseada na apresentação das conceituações propostas pelo referencial teórico e a segunda em pesquisa de campo, onde foram coletados dados por meio de questionário, registros meteorológicos e dados de voo. Buscou-se analisar os dados obtidos sob a ótica dos conceitos apresentados e através de cálculos de correlação estatística. Por fim, pôde-se verificar a existência de sintomas de ordem fisiológica compatíveis com a condição de estresse térmico e que as condições ambientais da cabine de voo do helicóptero H-50 Esquilo, durante os voos de instrução aérea ministrados pelo 1º/11ºGAV, estão fora da faixa de conforto térmico. Após a correlação das variáveis envolvidas, verificou-se que 61% dos pilotos em instrução tiveram os seus desempenhos influenciados negativamente pelos efeitos do estresse térmico, porém em fraca intensidade.

**Palavras-chave:** Estresse térmico. Conforto térmico. Desempenho. Correlação.

Recebido / Received / Recedido  
05/09/10

Revisado / Revised / Revisado  
24/11/10

Aceito / Accepted / Acepto  
27/11/10

## ABSTRACT

It was observed that the helicopter pilots in graduating at the First Squadron of the Eleventh Aviation Group (1st/11th GAV) returned from flight with intense sweating, symptoms of physical fatigue and wheezing. Subjectively, many pilots ascribed a reduction in performance because of the effects of heat on cabin. To verify the scientific basis, this work was performed to investigate the influence of heat stress on performance of pilots in training. Thus, this work was conducted in two phases: the first one based on the presentation of concepts proposed by the theoretical framework and the second one in field research, where data were collected through a questionnaire, meteorological records and flight data. The obtained data were analyzed from the viewpoint of the concepts presented and by calculation of statistical correlation. In this work, we could check signs of physiological order compatible with the condition of thermal stress and environmental conditions of the flight deck of the helicopter H-50 Esquilo, in-flight instruction given by 1st/11th GAV, are outside the range of thermal comfort. After the correlation of the variables involved, it was found that 61% of pilots had their performance in-flight negatively affected by heat stress, yet at low intensity.

**Keywords:** Heat stress. Thermal comfort. Performance. Correlation.

## RESUMEN

Se observó que los pilotos de helicóptero en formación el el Primer Escuadrón del Undécimo Grupo de Aviación (1º/11ºGAV) regresaban de la instrucción Aérea con intensa transpiración, síntomas de cansancio físico y respiración jadeante. Subjetivamente, muchos pilotos atribuyeron una reducción en el desempeño en la instrucción a los efectos del calor dentro de la cabina de vuelo. Esto generó una inquietud y, para chequear la existencia de fundamento científico, se realizó este artículo, que tuvo como objetivo verificar el influjo del estrés térmico en el desempeño de los pilotos en formación. De esta manera, este trabajo fue realizado en dos fases: la primera basada en la presentación de las concepciones propuestas por el referencial teórico y la segunda en investigación de campo, en que se colectaron datos a través de cuestionario, registros meteorológicos y datos de vuelo. Se intentó analizar los datos obtenidos bajo la óptica de los conceptos presentados a través de cálculos de correlación estadística. Por fin, se pudo verificar la existencia de síntomas de orden fisiológicas compatibles con la condición de estrés térmico y que las condiciones ambientales de la cabina de vuelo del helicóptero H-50 Esquilo, durante los vuelos de instrucción aérea ministrado por el 1º/11ºGAV, están fuera de la faja de control térmico. Después de la correlación de las variables envueltas, se verificó que el 61 % de los pilotos en instrucción tuvieron sus desempeños afectados negativamente por los efectos del estrés térmico, pero con flaca intensidad.

**Palabras-clave:** Estrés térmico. Confort térmico. Desempeño. Correlación.

## INTRODUÇÃO

O piloto tem com o seu trabalho uma relação muito tensa. A diversidade das situações, os riscos da missão, a complexidade da tarefa, o aperfeiçoamento permanente, o grau de motivação e o exercício constante das potencialidades físicas, psicossensoriais e mentais exigem dele uma perfeita interação homem-máquina e, muitas vezes, a superação dos seus próprios medos e limites (DEJOURS, 1992).

Na medicina aeroespacial, Temporal et al. (2005, p. 343) afirmam que “estresse é um termo utilizado para designar tudo que possa interferir na obtenção pelo indivíduo dos seus padrões de desempenho”.

DeHart (1996) conceitua o termo estresse térmico e condiciona sua existência a fatores ambientais, carga de trabalho e vestimenta. A amplitude do estresse pelo

calor pode gerar consequências que abrangem desde desconforto, alterações no desempenho até a morte.

O processo de instrução da atividade aérea é um universo amplo e visa à aprendizagem no campo cognitivo e psicomotor, buscando o desenvolvimento de habilidades e respostas condicionadas rápidas e em situações variadas dos pilotos em formação.

Após a formação militar, teórica e prática desenvolvida na Academia da Força Aérea (AFA), os futuros oficiais aviadores, que possuem, segundo o seu Plano de Instrução Aérea<sup>1</sup>, cerca de 150 horas de experiência de voo, são designados para as unidades de especialização operacional. Nestas unidades são ministrados cursos específicos para cada tipo de aviação: caça, asas rotativas (helicópteros) e transporte.

O 1º/11ºGAV é a unidade da Força Aérea Brasileira (FAB) responsável pela formação básica e avançada de

<sup>1</sup> Documento do Comando da Aeronáutica que tem por finalidade estabelecer o planejamento, os parâmetros, os meios e as normas para a realização da instrução aérea.

todos os pilotos militares de helicóptero. O curso possui a duração de 11 meses, no qual são abordados conceitos teóricos e práticos específicos para helicópteros, bem como o desenvolvimento de habilidades psicomotoras em, aproximadamente, 100 horas de voo.

Em dezembro de 2006, o 1º/11ºGAV foi transferido da cidade de Vicente de Carvalho, São Paulo, para a cidade de Parnamirim, no Estado do Rio Grande do Norte. Logo no início da instrução aérea, no ano de 2007, foi reportado, pela maioria dos aeronavegantes, que as condições climáticas da nova localidade ocasionaram um descontentamento em relação ao conforto térmico a bordo da cabine de voo do helicóptero H-50. Por observação visual, verificaram-se, nos pilotos em instrução, sintomas de cansaço físico, intensa sudorese, respiração ofegante e boca seca apresentados, em diferentes graus, durante ou após a atividade aérea.

Subjetivamente, alguns instrutores de voo atribuíram uma diferença no desempenho do piloto em formação (aluno) aos efeitos do calor a bordo. Verificou-se também que os assentos dos alunos ficavam excessivamente úmidos em função do suor.

Passados alguns anos e observando a continuidade dos mesmos fatos anteriormente descritos, este pesquisador, que é instrutor de voo do 1º/11ºGAV, decidiu verificar com metodologia científica se as condições de conforto térmico da cabine de voo do helicóptero H-50, nos voos de instrução aérea realizados no 1º/11ºGAV, durante a fase básica da adaptação diurna, no ano de 2010, exerceram influência no desempenho da instrução aérea dos pilotos em formação.

Para responder ao objeto de estudo, foram formuladas hipóteses que consistiram basicamente em qualificar as condições ambientais da cabine de pilotagem do helicóptero H-50 Esquilo como desfavoráveis à existência do conforto térmico e que tal condição é capaz de gerar estresse térmico, o qual, por sua vez, exerce influência no desempenho do piloto em formação.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da temperatura de cabine no desempenho dos pilotos em formação, durante os voos de instrução do 1º/11º GAV.

A fim de orientar a condução da pesquisa estruturou-se uma sequência de estudos que basicamente consistiu em identificar, nos pilotos em instrução, a existência de aspectos fisiológicos, psicológicos e comportamentais que determinassem as condições de existência de estresse térmico e avaliar o estado de conforto térmico dos pilotos em instrução. Em seguida buscou-se mensurar as condições ambientais na cabine de pilotagem do helicóptero H-50 Esquilo e, finalmente, correlacionar

as condições ambientais verificadas com o desempenho dos pilotos em formação.

A importância deste estudo foi fornecer ferramentas de cunho científico aos responsáveis pela condução e planejamento da instrução aérea, de modo a auxiliar na identificação de um fator que influencia no desempenho do aluno.

## 1 METODOLOGIA

Este trabalho seguiu a sistemática proposta por Gil (2002) e Lakatos (2005), qualificando quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins, foi classificada como descritiva, caracterizando os sintomas fisiológicos, psicológicos e comportamentais provocados pelo calor. Conceituou-se o estresse e o conforto térmico, com o objetivo de identificá-los presentes no ambiente da cabine de voo do helicóptero H-50. Apresentou, ainda, como está estruturado o programa de formação de pilotos e o processo de hierarquia dos níveis de aprendizagem específicos para o domínio psicomotor, o qual cita o processo de avaliação utilizado para a mensuração do desempenho na instrução aérea.

Quanto aos meios, a pesquisa foi de campo, apoiando-se na coleta de dados de avaliação de conforto térmico e de identificação de sintomas fisiológicos, psicológicos e comportamentais dos pilotos em instrução do 1º/11º GAV e documental pela estatística de desempenho dos pilotos e pelos registros de temperaturas obtidos através da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica.

Para a captação de dados, foi utilizada a técnica de pesquisa, segundo critério de classificação adotado por Lakatos (2005), de observação direta extensiva, realizada na forma de questionários dirigidos aos pilotos em instrução do 1º/11º GAV.

Após o estudo dos dados teóricos citados e documentais obtidos, buscou-se a existência de correlação da variável temperatura do ar, durante a execução da atividade aérea, com o desempenho obtido pelos pilotos em instrução. Para tal, utilizaram-se cálculos matemáticos de modelagem estatística, com a utilização da equação do fator de correlação linear de Pearson.

Após o resultado obtido, verificou-se o grau de correlação entre a variável temperatura do ar e desempenho na instrução aérea na busca da resposta ao problema de pesquisa proposto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste trabalho, foram adotados como base de fundamentação teórica os conceitos desenvolvidos por

DeHart (1996) e Temporal et al. (2005). Eles descrevem em seus livros diversas patologias afetas à atividade aeroespacial relacionadas com a influência dos agentes estressores.

Os agentes ambientais, que são os relacionados ao ambiente de voo, englobam a umidade do ar, a temperatura do ar, a pressão, os ruídos, as vibrações, as radiações, as inalações de gases tóxicos, entre outros.

Na mesma corrente teórica, Dejours (1992) aborda as condições ambientais sob as quais a atividade aérea é desenvolvida, analisando, entre outros fatores, as variações de temperatura e suas relações com perturbações de ordem física, psicológica e comportamental.

O estresse e os principais sintomas associados foram relacionados por Straub (2005). A definição e as consequências do estresse térmico foram conceituadas por DeHart (1996), dentre as quais ressalta as alterações de desempenho.

Para conceituar e quantificar o grau de conforto térmico, foram utilizados as teorias e cálculos de conforto térmico propostos por Fanger (1972) e as tabelas da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc (2005).

Com o objetivo de verificar a correlação entre as variáveis temperatura e desempenho, foram utilizados cálculos estatísticos citados por Santos (2007), oriundos da teoria proposta pelo estatístico inglês Francis Galton.

### 3 CONCEITOS

#### 3.1 O ESTRESSE TÉRMICO E SEUS EFEITOS FISIOLÓGICOS

Chiavenato (2004, p. 433) nos diz que “estresse é um conjunto de reações físicas, químicas e mentais de

uma pessoa decorrente de estímulos ou estressores que existem no ambiente”.

Na tabela 01, podemos observar os principais problemas de saúde relacionados ao estresse citados por Straub (2005), abordando patologias físicas, psicológicas e comportamentais.

DeHart (1996) explica que o calor causa sobre o organismo humano efeitos fisiológicos sobre o metabolismo celular, sobre o fluxo sanguíneo e sobre os tecidos. Sistemicamente provoca uma elevação na temperatura dos tecidos e uma vasodilatação reflexa em áreas remotas do corpo. Quando o aquecimento é extenso e prolongado, nota-se uma elevação geral da temperatura corporal central.

Guyton (2006) comenta que os achados patológicos dos efeitos prejudiciais das altas temperaturas são hemorragias locais e degeneração parenquimatosa das células de todo o corpo, especialmente no cérebro. Além disso, lesões no fígado, rins e outros órgãos podem ser graves o suficiente para levar à falência de um ou mais desses órgãos levando, eventualmente, ao óbito.

DeHart (1996) teoriza que a defesa fisiológica primária contra estresse produzido pelo calor é a secreção de suor para produzir resfriamento por evaporação. A transpiração é normalmente associada ao desconforto, que estimula a sede e mudanças de atitudes, como parar de trabalhar, retirar as roupas e/ou procurar um local climatizado. Mas as operações aéreas, frequentemente, impedem alguns desses comportamentos.

Estresse térmico origina-se de um ou mais fatores de uma tríade, a qual inclui as condições ambientais, a carga de trabalho e a vestimenta. O estresse pelo calor gera indesejáveis consequências que abrangem desde desconforto a alterações no desempenho, doenças, colapso e até a morte (DEHART, 1996, p. 404, tradução nossa).

**Tabela 01:** Problemas de saúde relacionado ao estresse

<b>Problemas Físicos</b>		
Músculos tensos ou rígidos	Vômitos	Alteração no peso
Bruxismo	Cansaço	Suores
Dores de cabeça	Problemas estomacais	Náusea
Tensão	Fragilidade	Erupções na pele
Sensação de asfixia	Tremores musculares	Reações alérgicas
Alterações nos batimentos cardíacos	Hipertensão	Menstruação dolorosa
<b>Problemas psicológicos</b>		
Ansiedade	Raiva	Depressão
Dificuldade de memória	Fadiga	Pouca concentração
Ressentimento	Incapacidade de relaxar	
<b>Problemas comportamentais</b>		
Inquietação	Choro	Fuga de tarefas
Problemas para dormir	Punhos cerrados	Agressividade
Consumo de entorpecentes	Fuga de relacionamentos	Mudança de hábitos alimentares

Fonte: Straub (2005, p. 141).

Podemos observar que os conceitos apresentados pelos autores supracitados apresentam diversas formas de reações orgânicas pelo efeito do calor. Tais conceitos são complementares entre si e expõem a diversidade das variáveis ambientais e consequências para o organismo.

### 3.2 O CONFORTO TÉRMICO

Define-se o conforto térmico como o “estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico” (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC, 2004) A sensação local de frio ou calor é, basicamente, produzida por termorreceptores localizados na pele e no hipotálamo. Por sua vez, a temperatura da pele e a do interior do corpo dependem, fundamentalmente, das trocas térmicas com o ambiente, às quais estão associados seis parâmetros: temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura média radiante, resistência térmica da roupa e metabolismo (STANCATO, 2009).

Das condições estabelecidas por Fanger (1972) com as equações de transferência de calor, obteve-se a equação de conforto de Fanger (1972), a qual relaciona variáveis pessoais (metabolismo, trabalho realizado, índice de isolamento da roupa) e ambientais (temperatura do ar, velocidade média do ar, pressão, temperatura radiante). Esta equação (figura 1) proporciona uma ferramenta precisa de avaliação do conforto térmico em um ambiente e serviu de base para normas e padrões internacionais da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc (ASHRAE) (2004, 2005), e da International Standards Organization (ISO) (2005). Em resumo, a equação de Fanger (1972), descreve a relação entre a atividade, o nível metabólico e as perdas de calor

pelo corpo através de mecanismos de convecção, radiação, transpiração e respiração.

Diante desta equação, observa-se que, para utilizá-la, faz-se necessária a coleta e medição de uma variada gama de parâmetros físicos. Tais necessidades demandariam equipamentos de precisão específicos, medições de campo e cálculos que se mostraram inviáveis para fins deste trabalho. No objeto da análise em questão, observou-se que o fator temperatura do ar ( $T_a$ ) foi a única variável que apresentou mudança significativa.

Utilizando-se da tabela de sensação da ASHRAE (tabela 02) e de parâmetros específicos, Fanger (1972) desenvolveu a equação do voto médio estimado *Predicted Mean Vote* (PMV).

**Tabela 02:** Escala de Sensação Térmica

Escala	Sensação
+ 3	muito quente
+ 2	Quente
+ 1	ligeiramente quente
0	Neutro
- 1	ligeiramente frio
- 2	Frio
- 3	muito frio

Fonte: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc (2005).

Adotando-se os valores obtidos no PMV, foi verificado que tais dados não eram suficientes para medir a sensação de desconforto, pois, “ligeiramente frio ou quente” ou qualquer outro valor da escala, não indicam o quão insatisfeitas ou desconfortáveis as pessoas estão. Para isto, Fanger (1972) associou aos índices de voto médio estimado - PMV - a percentagem de pessoas

#### A equação de conforto de Fanger

$$(M - W) = 3,96 \cdot 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 + (t_r + 273)^4] + f_{cl} \cdot h_c (t_{cl} - t_a) + 3,05 [5,73 - 0,007 (M - W) - p_a] + 0,42 [(M - W) - 58,15] + 0,0173M (5,87 - p_a) + 0,0014M (34 - t_a)$$

Onde:

M= metabolismo (W/m<sup>2</sup>);

W= trabalho externo (W/m<sup>2</sup>);

t<sub>cl</sub>= temperatura da roupa (°C);

t<sub>a</sub>= temperatura do ar (°C);

t<sub>r</sub>= temperatura radiante média (°C);

h<sub>c</sub>= fator de relação entre a velocidade relativa do ar (m/s), t<sub>cl</sub> e t<sub>a</sub>;

p<sub>a</sub> = pressão parcial do vapor d'água no ambiente (kPa);

f<sub>cl</sub> = fator de área de roupa.

**Figura 1:** A equação de conforto de Fanger  
Fonte: Stancato (2009, p.27).



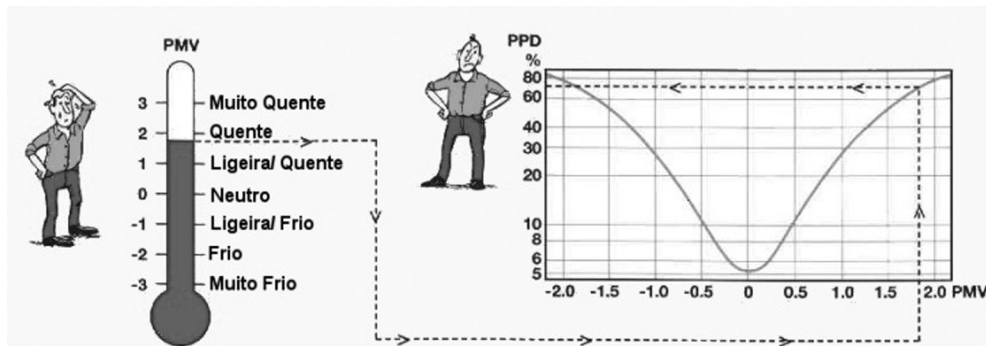


Figura 2: Percentagem de Pessoas Insatisfeitas, em função do Voto Médio Estimado (PMV).  
Fonte: Brüel e Kjaer (1982, p. 3).

insatisfeitas, *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD). (STANCATO, 2009).

Resumidamente, Fanger (1972) concluiu que, para haver condição de conforto térmico, o PMV deve estar entre -2 e +2 e o PPD conforme a figura 2.

Aplicando tais teorias, poderemos obter o PMV e o PPD com os pilotos em instrução e, desta forma, quantificar o nível de conforto térmico da cabine do helicóptero H-50 nas condições do estudo em questão.

### 3.3 A INSTRUÇÃO AÉREA NO 1º/11º GAV

No Comando da Aeronáutica, a instrução aérea é desenvolvida dentro de uma seqüência lógica e progressiva de exercícios. Os alunos, em cada voo de instrução, devem atingir determinados níveis de aprendizagem distribuídos de forma diferenciada em cada exercício executado. Após o voo, estes alunos serão avaliados e se verificará se possuem condições de prosseguir para uma missão mais avançada por meio de uma ficha de conceito de voo. Caso não atinjam o nível esperado, deverão então repetir a missão. Esse processo segue o modelo de hierarquia dos objetivos educacionais formulados por Bloom (1973) e o progresso do instruendo dentro da atividade aérea depende de seu nível de desempenho de cada exercício.

Simpson (1966) formulou uma hierarquia de níveis de aprendizagem específica para o domínio psicomotor, facilitando o processo de avaliação do desempenho. Os níveis hierárquicos desta taxionomia são: percepção, preparação, resposta orientada, resposta mecânica e resposta complexa. Este modelo é adotado por todas as Unidades Aéreas da FAB que ministram instrução aérea.

Em cada Unidade Aérea da FAB, a instrução de voo é normatizada por um documento chamado Ordem de Instrução. Este documento aborda todo o desenvolvimento das etapas da instrução, que vão desde a preparação teórica do aluno até as surtidas aéreas, com o objetivo de aprendizagem e avaliação de proficiência.

Um programa de formação de pilotos é dividido em fases características de um determinado tipo de missão. Desta forma existem as fases de adaptação diurna, adaptação noturna, voo por instrumentos, etc. Dentro dessas fases são distribuídas as missões de instrução de acordo com a necessidade de adaptação do piloto. No 1º/11º GAV, a fase de adaptação diurna é composta por 19 missões básicas, onde o aluno começa a aplicar os fundamentos da pilotagem de helicópteros. São treinados exercícios específicos, tais como: voo pairado, voo lateral, voo para trás, pouso na vertical e decolagem na vertical.

Progressivamente, o grau de dificuldade das missões vai aumentando até que o piloto seja capaz de conduzir o helicóptero com segurança e sem necessitar de qualquer auxílio do instrutor. Ao final de cada voo, o instrutor se reúne com o aluno para comentar todo o seu desempenho na missão. Em seguida, estes comentários são descritos e registrados na Ficha de Conceito de Voo (FCV), que é assinada pelo instrutor e pelo aluno. Nesse documento é emitido um grau que pode variar de 1 a 6, o qual quantifica o desempenho do discente.

O Manual do Instrutor de Voo (BRASIL, 2008), elaborado pelo Grupo de Instrução Tática e Especializada, responsável pelo Curso de Padronização de Instrutores de Vôo, define cada grau do conceito final de voo da seguinte forma:

a) grau 1: Voo perigoso: quando as normas da atividade aérea forem violadas sem qualquer razão; e sempre que o instrutor intervier, em qualquer circunstância e por qualquer meio, para evitar uma ação que comprometa a segurança de voo;

b) grau 2: Voo deficiente: quando o instruendo apresenta erros, não atingindo o nível de aprendizagem previsto na missão, especialmente na de verificação; e sempre que o instruendo receber um grau deficiente no item segurança de voo;

c) grau 3: Voo satisfatório nos mínimos: quando o instruendo apresentar erros, que não comprometam os

objetivos da missão, atingindo, com muito treinamento, o nível previsto, tendo um rendimento mínimo aceitável;

d) grau 4: Voo satisfatório: quando o instruendo apresentar erros, atingindo, com treinamento, o nível previsto na missão;

e) grau 5: Voo bem satisfatório: quando o instruendo apresentar erros, atingindo, com pouco treinamento, o nível previsto; e

f) grau 6: Voo bom: quando o instruendo cometer raros e insignificantes erros, demonstrando bom domínio da aeronave e atingindo, com facilidade e poucas repetições, o nível previsto.

O aluno é considerado apto para prosseguir para a missão seguinte, quando o seu grau for igual ou superior a 3 (voo satisfatório nos mínimos). Este método de avaliação é prático e reflete o desempenho do piloto em formação em determinada missão.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 4.1 AVALIAÇÕES FISIOLÓGICAS, PSICOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS

Baseando-se nos efeitos do calor citados por DeHart (1996) e pelos problemas de saúde relacionados ao estresse em relação aos aspectos físicos, psicológicos

e comportamentais propostos por STRAUB (2005), elaborou-se uma pesquisa de campo com o objetivo de identificar a existência de tais sintomas nos pilotos em formação no 1º/11º GAV. Nesse intento, foi empregado um questionário destinado a todos os pilotos em instrução do 1º/11º GAV, no qual foi solicitado que fossem identificados os principais sintomas de ordem física, psicológica e comportamental observados durante ou após a realização da atividade aérea.

Foram obtidas respostas de 26 dos 28 questionários enviados, correspondendo a 92,86% do público alvo. Foram verificadas as incidências dos sintomas relatados, os quais estão representados em níveis percentuais, conforme observados na figura 3.

Considerando a prevalência de um elevado índice de sintomas de estresse relacionados ao calor (sede e sudorese) e os conceitos anteriormente citados, verificamos, dentro do período observado, evidências preliminares da ocorrência de estresse térmico do piloto em formação durante a instrução aérea no 1º/11º GAV.

### 4.2 AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

Para fins de identificação no nível de conforto térmico observado pelos pilotos em instrução do 1º/11º GAV, realizou-se uma pesquisa de campo baseando-se

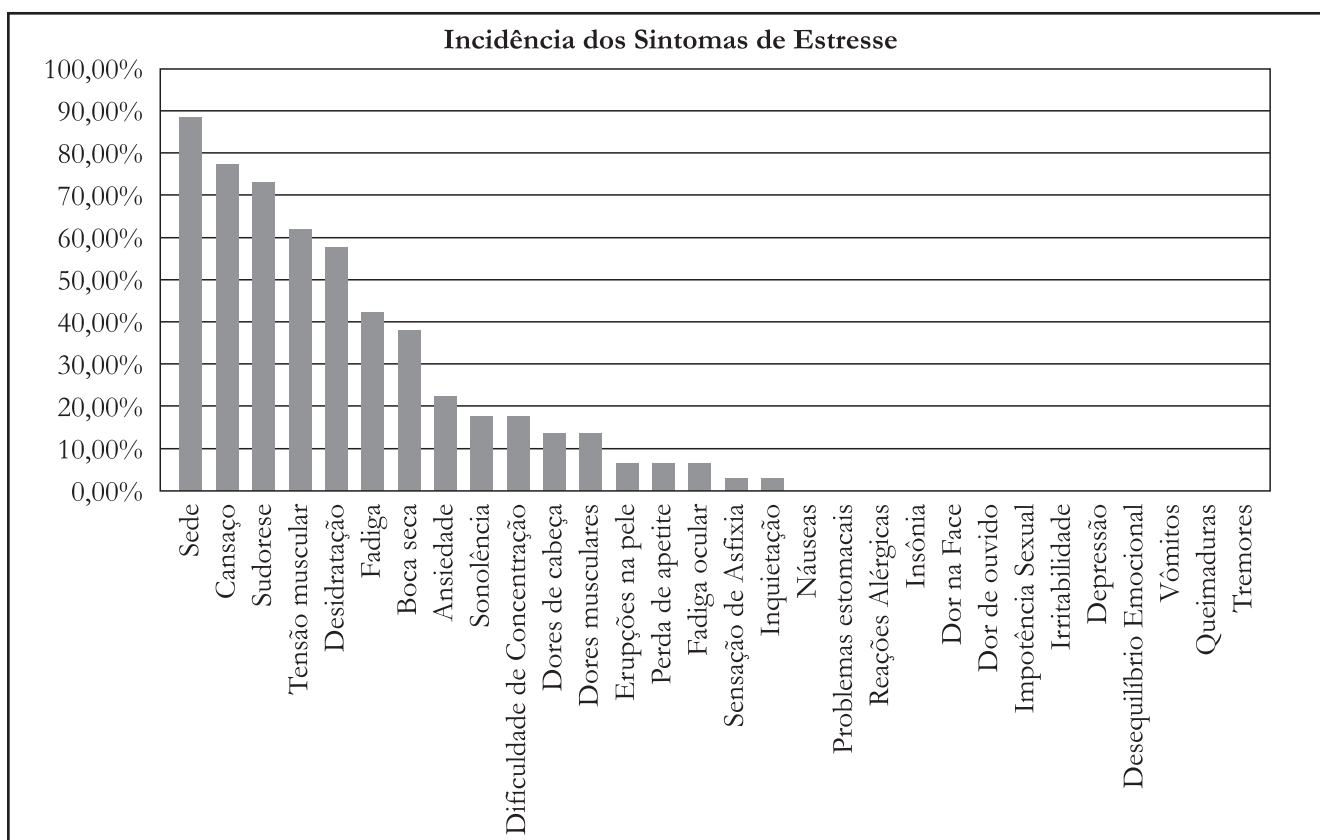


Figura 3: Incidência dos sintomas de estresse reportados pelos pilotos.

nos conceitos propostos por Fanger (1972) e na tabela da American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (2005). Desta abordagem, apresentaram-se os seguintes dados:

- a) 19 pilotos (67,86%) consideram a cabine muito quente;
- b) 06 pilotos (21,43%) consideram a cabine quente;
- c) 01 piloto (3,57%) considera a cabine ligeiramente quente; e
- d) 02 pilotos (7,14%) não responderam ao questionário.

Aplicando o método do PMV, com todos os pilotos que responderam ao questionamento, obtivemos o valor de + 2,69.

Questionados sobre o grau de conforto térmico, 96,15% reportaram insatisfação a bordo da cabine do helicóptero.

Conforme visto anteriormente (conceituações de conforto térmico), as condições encontradas (PMV = +2,69 e PPD = 96,15%) enquadram-se fora da região de conforto térmico proposto por Fanger (1972), ou seja, não existe condição de conforto térmico na situação proposta.

Foram realizadas, na mesma pesquisa de campo, outras abordagens que pudessem complementar os conceitos observados. Entre elas, foi solicitado que enumerassem, em ordem decrescente, se cabível, os principais fatores ambientais (ruído, temperatura, vibração, pressurização, umidade e gases de combustão) que mais lhes incomodavam durante o voo. Em 92,31% dos casos, a temperatura foi citada em primeiro lugar. O ruído e a vibração foram citados, cada um, em primeiro lugar em apenas 3,84% dos casos.

Sobre a influência do conforto térmico na aprendizagem, 92,31% julgaram haver alguma correlação com o seu desempenho.

### 4.3 O DESEMPENHO E A TEMPERATURA NA INSTRUÇÃO AÉREA

Utilizando-se a metodologia de avaliação de desempenho apresentada, buscou-se, através de pesquisa de campo, a coleta do grau do conceito final de voo, ou seja, a quantificação do desempenho dos pilotos em formação no 1º/11º GAV. Para fins deste trabalho, o período de coleta realizado compreendeu de 18 de março a 22 de abril de 2010, durante a fase básica de adaptação diurna. Foram obtidos dados de 380 fichas de conceito de voo.

Analisando-se as variáveis envolvidas na equação de conforto de Fanger (1972), verificou-se que o trabalho realizado pelos pilotos em instrução (aprendizagem da pilotagem de helicópteros) é o mesmo, que a temperatura

radiante apresentou variações não significativas e que todos adotam o mesmo padrão de vestimentas (macacão de voo e coturno). Logo, a variável temperatura do ar tornou-se o fator de diferenciação entre cada voo realizado.

Dessa forma, buscou-se a coleta da temperatura do ar presente no momento de realização de cada voo. Os dados obtidos através da Rede de Meteorologia da Aeronáutica (BRASIL, 2010), indicaram que, no período observado, a temperatura do ar variou entre a mínima de 25°C e a máxima de 32°C.

De posse destes dados, buscou-se uma ferramenta estatística que pudesse verificar a intensidade do relacionamento entre as variáveis citadas. A equação do fator de correlação linear de Pearson (figura 4) mostrou-se adequada ao objetivo proposto.

$$r_{X,Y} = \frac{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] \cdot [n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Figura 4: Equação do Fator de Correlação Linear de Pearson  
Fonte: Santos (2007).

Este fator ou coeficiente (r) expressa, em valores absolutos, a correlação entre as variáveis, conforme a figura 5.

Coeficiente de correlação	Correlação
$r = 1$	Perfeita positiva
$0,8 \leq r < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq r < 0,8$	Moderada positiva
$0,1 \leq r < 0,5$	Fraca positiva
$0 < r < 0,1$	Ínfima positiva
0	Nula
$-0,1 < r < 0$	Ínfima negativa
$-0,5 < r \leq -0,1$	Fraca negativa
$-0,8 < r \leq -0,5$	Moderada negativa
$-1 < r \leq -0,8$	Forte negativa
$r = -1$	Perfeita negativa

Figura 5: Escala de correlação entre variáveis  
Fonte: Santos (2007).



Dessa forma, aplicando-se os dados de temperatura do ar e graus finais das FCV à equação e análise proposta, obtiveram-se os percentuais de pilotos que apresentaram correlação entre as variáveis, conforme a figura 6.

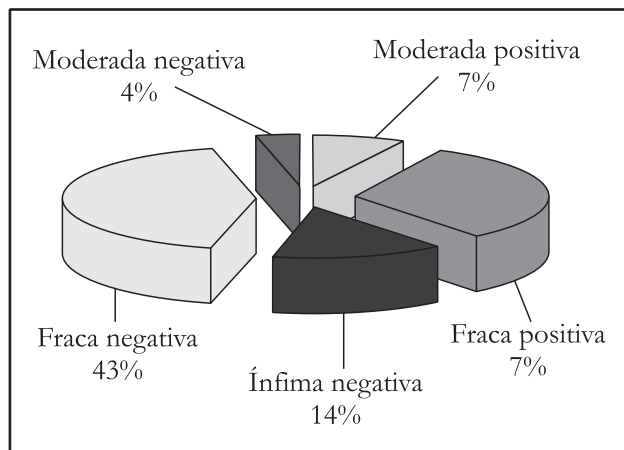


Figura 6: Percentual de pilotos e grau de correlação entre as variáveis.

O gráfico observado na figura 6 indica que 12 pilotos (43%) apresentaram uma correlação fraca e negativa. Verifica-se ainda que, entre moderada, fraca e ínfima, 17 pilotos (61%) apresentaram correlação negativa, ou seja, observou-se a existência de influência negativa da temperatura do ar no desempenho dos pilotos em formação no 1º/11º GAV, ainda que em baixa intensidade.

## CONCLUSÃO

Este trabalho foi produzido em virtude de uma inquietação empírica provocada após a verificação de uma insatisfação no grau de conforto térmico observada pelos pilotos em instrução aérea no 1º/11º GAV. Assim, procurou-se apresentar, no decorrer deste artigo, a resposta ao problema proposto: as condições de conforto térmico da cabine de voo do helicóptero H-50, nos voos de instrução aérea realizados no 1º/11º GAV, durante a fase básica da adaptação diurna, no ano de 2010, exerceram influência no desempenho da instrução aérea dos pilotos em formação?

Nesta pesquisa foram constatados aspectos fisiológicos compatíveis com as condições de

estresse térmico, embora patologias psicológicas e comportamentais não tenham sido evidenciadas. Através das teorias e cálculos propostos, verificou-se que as condições térmicas da cabine de voo do helicóptero H-50, nos voos de instrução aérea realizados no 1º/11º GAV, durante a fase básica da adaptação diurna, no ano de 2010, não se enquadravam dentro da zona de conforto térmico.

Foram obtidos os graus finais das fichas de conceito de voo de todas as missões de instrução realizadas até 22 de abril de 2010, bem como as informações de temperatura do ar presentes em cada missão. De posse destes dados, aplicou-se um cálculo matemático de correlação entre variáveis, a fim de identificar a influência da temperatura no desempenho do piloto na instrução aérea.

Do estudo apresentado verificou-se que, no ano de 2010, durante a fase básica de adaptação diurna, as condições de conforto térmico influenciaram negativamente, ainda que em baixo grau, em 17 dos 28 pilotos observados, ou seja, em 61% do público analisado.

A implicação dos resultados para a FAB reveste-se de singular importância, pois observando a existência de fatores contribuintes para o desempenho do piloto em uma instrução aérea, podem-se adotar mecanismos de gestão e controle de instrução que permitam reduzir tais óbices, maximizando a aplicação dos esforços humanos e dos recursos materiais.

O presente estudo não se esgota em si, pois a análise em voga verificou apenas uma fase da instrução aérea e a variação da temperatura do ar observada compreendeu-se entre 25°C e 32°C. Logo, devido à relevância do tema, sugerem-se estudos mais amplos e aprofundados.

“Um ambiente saudável de trabalho deve envolver condições ambientais físicas que atuem positivamente sobre os órgãos do sentido” (CHIAVENATO, 2004, p. 430). Assim, pode-se verificar nesta citação e neste artigo, que os responsáveis pela condução da instrução aérea, na busca de melhorar o emprego dos meios e a qualidade de vida dos envolvidos, devem conhecer, cada vez mais, acerca dos fatores que influenciam o desempenho de seus alunos.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC. **Handbook of fundamentals**. Atlanta, [s.n.], 2005.
- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS INC. **Thermal environmental**

**condition for human occupancy**: (ANSI/ASHRAE 55-2004). Atlanta, [s.n.], 2004.

BLOOM, B. S. **Taxionomia de objetivos educacionais**. Porto Alegre: Globo, 1973.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Grupo de Instrução Tática e Especializada. **Manual do instrutor de voo**. Natal, RN, 2008.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Rede de meteorologia**. Disponível em: <[http://www.redemet.intraer/consulta\\_msg/consulta\\_de\\_mensagem](http://www.redemet.intraer/consulta_msg/consulta_de_mensagem)>. Acesso em: 26 abr. 2010.

BRÜEL; KJAER. **Evaluation of the thermal environments in vehicles**: application notes. Disponível em: <<http://www.bksv.com/library/applicationnotes>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

DEHART, R. L. **Fundamentals of aerospace medicine**. 2<sup>nd</sup> ed. [S.l.: s.n.], [1996].

DEJOURS, C. **A loucura do trabalho**: estudo de psicopatologia do trabalho. 5. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

FANGER, P. O. **Thermal confort, analisys and application in environmental engineering**. New York: McGraw-Hill, 1972.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ISO 7730. **Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal confort**. Genebra, 2005.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SANTOS, C. **Estatística descritiva**: manual de auto-aprendizagem. Lisboa: Silabo, 2007.

SIMPSON, E. J. **The classification of educational objectives: psychomotor domain**. Illinois: University of Illinois, 1966.

STANCATO, F. **Análise do ambiente térmico de cabine de aeronave**. 2009. 154 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

STRAUB, R. O. **Psicologia da saúde**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TEMPORAL, W. et al. **Medicina aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.