



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

GUSTAVO MESSIAS COSTA, Cap Med

**PREVALÊNCIA E TEMPO DE INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO SINTOMA DE
HIPÓXIA EM PILOTOS DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE VOOS
SIMULADOS EM CÂMARA HIPOBÁRICA – ANÁLISE DE UM PREDITOR DE
ALERTA SITUACIONAL**

Rio de Janeiro

2022

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO OPERACIONAL

GUSTAVO MESSIAS COSTA, Cap Med

**PREVALÊNCIA E TEMPO DE INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO SINTOMA DE
HIPÓXIA EM PILOTOS DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE VOOS
SIMULADOS EM CÂMARA HIPOBÁRICA – ANÁLISE DE UM PREDITOR DE
ALERTA SITUACIONAL**

Dissertação apresentada como requisito para
formação no Programa de Pós-Graduação em
Desempenho Humano Operacional da
Universidade da Força Aérea.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz
Campos.

Rio de Janeiro

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

Costa, Gustavo Messias

C837p

Prevalência e tempo de instalação do primeiro sintoma de hipóxia em pilotos da força aérea brasileira durante vôos simulados em câmara hipobárica – análise de um preditor de alerta situacional / Gustavo Messias Costa. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2022.

54 f.: il., enc.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos
Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2022.

Referências: f. 44-46

1. Aviadores. 2. Fisiologia. 3. Baixa Oxigenação. 4. Performance. 5. Câmara de baixa pressão. I. Título. II. Campos, Fábio Angioluci Diniz III. Universidade da Força Aérea.

CDU: 616:358.4



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO
OPERACIONAL

GUSTAVO MESSIAS COSTA, Cap Med

**PREVALÊNCIA E TEMPO DE INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO SINTOMA DE
HIPÓXIA EM PILOTOS DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE VOOS
SIMULADOS EM CÂMARA HIPOBÁRICA – ANÁLISE DE UM PREDITOR DE
ALERTA SITUACIONAL**

Dissertação aprovada pelos membros da Banca Examinadora, no dia 25 de outubro de 2022, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desempenho Humano Operacional pela Universidade da Força Aérea.

Aprovado por:

Presidente Professor Doutor Fábio Angioluci Diniz Campos – UNIFA/AFA

Professora Doutora Fabrícia Geralda Ferreira – UNIFA/EPCAR


Professor Doutor Emerson Franchini – USP

Rio de Janeiro
Outubro de 2022

Dedico este trabalho àqueles que fazem da
Medicina Aeroespacial o sacerdócio que permite
ao homem chegar aos céus. Ontem, hoje e sempre!
AD ASTRA!

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus que me criou imperfeito para ser Seu instrumento ao exercer a arte de curar, aliviar e consolar e, assim, manifestar Sua Perfeição e Seu Amor. Agradeço à minha amada família que desde sempre acreditou em mim e incondicionalmente apoiou minhas empreitadas, dando incentivo por mais difíceis e improváveis que fossem. Agradeço também aos irmãos de comunidade, aos verdadeiros amigos, a quem é por mim amado, porque é também de suas orações, conselhos, suporte e críticas que se moldam minhas decisões e caminhos. Agradeço, ainda, à Força Aérea Brasileira, Asas que protegem o País, instituição séria, de mulheres e homens valorosos e repletos de fé na missão, com os quais aprendi o significado das palavras Coragem, Lealdade, Honra, Dever e Pátria. Agradeço à Diretoria de Saúde da Aeronáutica por ter autorizado o acesso aos dados que permitiram que essa pesquisa acontecesse. Agradeço ao efetivo do Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira, “O Melhor Instituto de Medicina Aeroespacial do Universo”, que tanto me ensinou e forjou o profissional que sou hoje. Especial gratidão póstuma ao grande Major-Brigadeiro Médico Roberto Carvalho da Motta Teixeira e ao Coronel Médico Waldo Fonseca Temporal, inspirações de uma carreira abnegada e dedicada, com todo saber e arte, à Medicina Aeroespacial. Meu muitíssimo obrigado também aos grandes mestres que aqui permanecem: Tenente-Brigadeiro do Ar Carlos Augusto Amaral Oliveira, Tenente-Brigadeiro do Ar Marcelo Kanitz Damasceno, Brigadeiro Médica Ana Paola Brasil Medeiros, Brigadeiro Médico R/1 Flávio José Morici de Paula Xavier, Brigadeiro do Ar R/1 Celestino Todesco, Brigadeiro Médico R/1 Ricardo Gakiya Kanashiro, Coronel Aviador R/1 Cláudio Evangelista Cardoso, Coronel Médica R/1 Katia Mello e Alvim, Tenente-Coronel Médica Michelle Abati Bordeaux Rego Ronconi e Major Médico Mauro Pascale de Camargo Leite, exemplos de comprometimento e amor à profissão, balizas da minha carreira. Agradeço, ainda, ao Chefe de Gabinete do Comandante da Aeronáutica, Major-Brigadeiro do Ar Ary Soares Mesquita, e ao Comandante do Grupo de Transporte Especial, Tenente-Coronel Aviador Wallace Gonçalves Teixeira, por me autorizarem a realizar esse programa de mestrado. Por fim, com destacado apreço, agradeço ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos, que nos momentos que mais precisei e pensei em desistir, me estendeu incondicionalmente as mãos e, como um farol, ajudou-me a conduzir este trabalho rumo a portos seguros.

“O homem não foi feito para voar, mas voa, de teimoso que é!

E nós, do Serviço de Saúde da Aeronáutica, o apoiamos com todo nosso saber e arte, para que esta sublime teimosia não tenha resultados indesejáveis!”

(Maj Brig Med Roberto C. da Motta Teixeira)

RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de determinar o primeiro sintoma individual de hipóxia (1º SIH) mais prevalente entre pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB) e o tempo médio de aparecimento (TAS), como elementos de alerta situacional para a prevenção da queda de desempenho durante as operações aéreas. Além disso, verificou a relação com variáveis individuais dos pilotos tais como idade, sexo, estatura, massa corporal, experiência prévia de voo simulado em câmara hipobárica, hábito de tabagismo, frequência cardíaca e saturação de oxigênio, ambas em solo e no momento da experimentação de hipóxia. Para tanto, analisou no banco de dados do Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira, as Fichas de Informações Médicas de pilotos que realizaram o Estágio de Adaptação Fisiológica entre os anos de 2015 e 2019. Para análise dos dados foi utilizado o programa computadorizado Statistical Package for Social Sciences, versão 22.0 (SPSS Inc. Chicago, EUA). Ao todo, foram analisadas 1178 fichas de pilotos, dos quais 252 (21,4%) relataram letargia como 1º SIH, seguido por 221 (18,8%) que apresentaram perturbações visuais, 211 (17,8%) parestesia de extremidades, 132 (11,2%) taquicardia e 92 (7,8%) tontura e vertigem. Quanto ao TAS, foi de 113 s (1 min e 53 s) para o perfil de voo Caça (altitude de 25 mil pés), 105 s (1 min e 45 s) para o perfil Transporte (altitude de 25 mil pés) e 370 s (6 min e 10 s) para o perfil Helicóptero (altitude de 17 mil pés). Esses resultados demonstraram que sintomas que cursam com a queda de desempenho se apresentam muito precocemente na instalação da hipóxia, o que pode retardar o acionamento de equipamentos para fornecimento de oxigênio suplementar. Porém, uma vez percebido o 1º SIH, o piloto poderá executar os procedimentos de emergência em intervalo de tempo suficiente para evitar a queda de desempenho.

Palavras-Chave: Aviadores, Fisiologia, Baixa oxigenação, Performance, Câmara de baixa pressão.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the first individual symptom of hypoxia (1st ISH) most prevalent among Brazilian Air Force (BAF) pilots and the mean time to onset (SAT), as situational alert elements for the prevention of falling performance during air operations. In addition, it verified the relationship with individual pilots variables such as age, sex, height, body mass, previous experience of simulated flight in a hypobaric chamber, smoking habit, heart rate and oxygen saturation, both on the ground and at the time of experimentation. of hypoxia. To this end, it analyzed the Medical Information Sheets of pilots who performed the Physiological Adaptation Internship between 2015 and 2019 in the database of the Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira. The computerized program Statistical was used for data analysis. Package for Social Sciences, version 22.0 (SPSS Inc. Chicago, USA). In all, 1178 pilot files were analyzed, of which 252 (21.4%) reported lethargy as the 1st ISH, followed by 221 (18.8%) who had visual disturbances, 211 (17.8%) had paresthesia of the extremities, 132 (11.2%) tachycardia and 92 (7.8%) dizziness and vertigo. As for the SAT, it was 113 s (1 min and 53 s) for the Hunt flight profile (altitude of 25 thousand feet), 105 s (1 min and 45 s) for the Transport profile (altitude of 25 thousand feet) and 370 s (6 min and 10 s) for the Helicopter profile (altitude 17 thousand feet). These results showed that symptoms that lead to a drop in performance present very early in the installation of hypoxia, which can delay the activation of equipment to supply supplemental oxygen. However, once the 1st SIH is noticed, the pilot will be able to perform the emergency procedures in a sufficient time interval to avoid a drop in performance.

Keywords: Aviators, Physiology, Low oxygenation, Performance, Low pressure chamber.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Câmara hipobárica empregada na FAB	20
Figura 2 - Perfil de voo Caça: gráfico de altitude (y) pelo tempo em min (x)	21
Figura 3 - Perfil de voo Transporte: gráfico de altitude (y) pelo tempo em min (x)	21
Figura 4 - Perfil de voo Helicóptero: gráfico de altitude (y) pelo tempo em min (x)	22
Figura 5 - Enfermeiro monitorando aeronavegante durante EAF	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo de RO e RS em cada base de dados.....	17
Tabela 2 - Coeficiente linear de <i>Pearson</i> / ponto-bisserial	30
Tabela 3 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME	31
Tabela 4 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME para o perfil Caça.....	32
Tabela 5 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME para o perfil Transporte	32
Tabela 6 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME para o perfil Helicóptero.....	33
Tabela 7 - TAS, em segundos, por perfil de voo simulado	33
Tabela 8 - Comparação estatística entre o TAS de cada perfil de voo entre si	34
Tabela 9 - Correlação do TAS com sexo, tabagismo e primeiro voo em CH	35
Tabela 10 - Correlação do TAS com estatura e massa corporal, segundo o sexo	35
Tabela 11 - Correlação do TAS com a FC em solo e em altitude simulada.....	36
Tabela 12 - Correlação do TAS com a Sat O ₂ em solo e em altitude simulada	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1º SIH – Primeiro Sintoma Individual de Hipóxia

AVOP – Avisos Operacionais

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

COMPREP – Comando de Preparo

CPI-TF – Curso de Padronização de Instrutores de Treinamento Fisiológico

DIRSA – Diretoria de Saúde da Aeronáutica

EAF – Estágio de Adaptação Fisiológica

FAB – Força Aérea Brasileira

FC – Frequência Cardíaca

FIME – Ficha de Informação Médica

ft – Pés (unidade de medida)

HFAG – Hospital de Força Aérea do Galeão

IMAE – Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira

m - Metros (unidade de medida)

min – Minutos (unidade de tempo)

NOPREP – Normas de Preparo

RO – Registros Obtidos

ROBD – *Reduced Oxygen Breathing Device* (Dispositivo de Respiração de Oxigênio Reduzido)

RS – Registros Selecionados

s – Segundos (unidade de tempo)

Sat O₂ – Saturação de Oxigênio

TAS – Tempo de Aparecimento do Sintoma

TED – Tempo Efetivo de Desempenho

TUC – Tempo Útil de Consciência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1	Efeitos da hipóxia de altitude.....	17
3.2	Treinamento de experimentação de hipóxia	19
3.3	Evidências verificadas em treinamentos.....	24
3.4	Importância da determinação do 1º SIH e do TAS	26
4	METODOLOGIA.....	28
4.1	Amostra	28
4.1.1	Critérios de inclusão	28
4.1.2	Critérios de exclusão.....	28
4.2	Coleta de dados, instrumento de pesquisa e variáveis investigadas.....	29
4.3	Formas de análise dos resultados	29
5	RESULTADOS	31
5.1	Dados coletados	31
5.2	Correlação entre dados coletados e o TAS	34
6	DISCUSSÃO	37
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS.....	44
	ANEXO A – Modelo de Ficha de Informação Médica	47
	ANEXO B – Ofício nº 33/DEN/12996.....	49
	ANEXO C – Parecer nº 4.751.381, de 2 de junho de 2021	50

1 INTRODUÇÃO

A espécie humana, de fato, não nasceu para voar! Segundo Temporal et al. (2005), o organismo humano evoluiu para respirar em baixa altitude próxima ao nível do mar, onde a pressão atmosférica é de 760 mmHg. Assim, se a pressão atmosférica cair à metade, ou seja, 380 mmHg (como ocorre na altitude de 18.000 pés), a pressão parcial do oxigênio inspirado não será mais suficiente para manter as trocas gasosas de maneira adequada, podendo ocasionar a morte do indivíduo por hipóxia.

Existem quatro tipos de hipóxia assim classificadas: hipóxia hipóxica, hipóxia anêmica, hipóxia estagnante e hipóxia histotóxica. A hipóxia de altitude ou hipóxia hipobárica é uma variante da hipóxia hipóxica e caracteriza-se por uma deficiência na oxigenação alveolar decorrente de inadequado mecanismo de ventilação pulmonar ou da relação ventilação perfusão, sendo a mais comum na aviação, sobretudo com altitudes superiores a 10.000 pés (ft) ou 3048 metros (m). Por esse motivo, sistemas de aviação mais modernos apresentam tecnologias que mantêm as pressões de cabine das aeronaves equivalentes a 10.000 ft ou menos, fazendo com que os episódios de hipóxia ocorram usualmente de forma aguda devido a falhas dos equipamentos (DAVIS et al., 2008).

A exposição aguda à hipóxia de altitude apresenta repercussões críticas sobre órgãos e sistemas distintos, provocando grande diversidade de sintomas e reações fisiológicas que podem variar, desde dores de cabeça e perturbações visuais até a dificuldade de julgamento, letargia, euforia e ansiedade (HARDING; JOHN MILLS, 1983; DAVIS et al., 2008).

Por esse motivo, a hipóxia é uma séria preocupação para o ambiente de aviação em grandes altitudes (HACKWORTH et al., 2005). Dentre os efeitos preocupantes da exposição aguda à hipóxia de altitude, classicamente conhecidos está a deterioração da performance psicomotora (SCOW; KRASNO; IVY, 1950), progressivo comprometimento do estado de alerta, da memória, da capacidade de cálculo, da atenção e da cognição (ERNSTING, 1984), afetando as capacidades de pilotagem, o que merece atenção nos treinamentos práticos de aviação, pois reduziriam o tempo de reação dos pilotos (NEUHAUS; HINKELBEIN, 2014). O tempo limitado, em que um piloto é capaz de desempenhar de maneira adequada suas tarefas em voo, é conhecido como Tempo Efetivo de Desempenho (TED) ou Tempo Útil de Consciência (TUC), não refletindo o início da inconsciência, mas o tempo após o qual é improvável tomar medidas para combater a hipóxia, variando conforme a altitude (TEMPORAL et al., 2005; DAVIS et al., 2008).

Em virtude da enorme variedade de sintomas causados pela falta do oxigênio, bem como do TED/TUC, o treinamento de experimentação de hipóxia para pilotos militares é mandatório ao redor do mundo (VARIS; PARKKOLA; LEINO, 2019). O objetivo é que reconheçam seu sintoma individual de hipóxia, o que serve de alerta situacional àquele exposto à hipóxia aguda real (SMITH, 2005) e é necessário para prevenir a deterioração da performance do piloto e evitar um acidente.

No Brasil, esse tipo de treinamento faz parte do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), oferecido pelo Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira (IMAE), uma instituição da Força Aérea Brasileira (FAB), realizado em câmara hipobárica a cada 5 anos (BRASIL, 2017). Durante a experimentação da hipóxia, os estagiários retiram as máscaras de voo que lhes fornecem oxigênio a 100% e iniciam um teste de atenção com perguntas simples que devem ser respondidas por escrito. Ao perceberem o seu Primeiro Sintoma Individual de Hipóxia (1º SIH), devem interromper o teste, colocar a máscara e ligar o suprimento de oxigênio novamente. Tudo é cronometrado e registrados, em Ficha de Informação Médica (FIME), o 1º SIH e o Tempo de Aparecimento do Sintoma (TAS), entre outros dados pessoais.

Entretanto, apesar da reconhecida importância para a segurança de voo e para a prevenção da queda de performance, estudos para a determinação da prevalência de “sintomas individuais” entre as mais diversas populações de pilotos e demais tripulantes, sobretudo do 1º SIH, são extremamente escassos. Isso inclui o Brasil, que apesar de realizar, desde 1951, o EAF com voos simulados em câmara hipobárica, de acordo com pesquisa realizada, não há qualquer estudo que determine qual é o 1º SIH mais prevalente entre pilotos, militares ou civis, e, tampouco sua correlação com determinadas características dessa população específica no país. Portanto, a problemática deste estudo foi norteadada pela seguinte pergunta: existe um 1º SIH mais frequente entre os aviadores militares da FAB? E se existe, qual é o TAS médio para que esse sintoma se manifeste?

2 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1 Objetivo geral

Determinar 1º SIH mais prevalente entre pilotos da FAB e o seu TAS médio, bem como investigar as possíveis associações existentes entre esse tempo e características específicas desses militares.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar o 1º SIH mais prevalente entre militares da FAB submetidos a voo simulado em câmara hipobárica no período compreendido entre os anos de 2015 e 2019 (05 anos), a partir de dados contidos em FIME do EAF;
- Determinar o TAS médio, a partir de dados contidos em FIME do EAF;
- Comparar o TAS e o TUC médios para as altitudes simuladas nos diferentes perfis;
- Verificar a diferença média entre TAS e TUC (ΔT) nas altitudes simuladas como tempo de reação para acionamento do equipamento de suporte vital;
- Determinar a relação/associação entre o TAS com as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, primeiro voo simulado em câmara hipobárica, fumante, frequência cardíaca (FC) – ao nível do mar e altitude simulada – e saturação de oxigênio (Sat O₂) – ao nível do mar e altitude simulada; e
- Propor a emissão de normas de preparo (NOPREP) ou avisos operacionais (AVOP) nas Unidades Aéreas da FAB, a partir dos resultados encontrados para o 1º SIH e para o TAS e das correlações entre as variáveis analisadas, levando em consideração as especificidades operacionais de cada aviação, a fim estabelecer protocolos mais efetivos de prevenção à queda de desempenho operacional.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Por meio da revisão, foram abordados temas direcionados ao objetivo do trabalho. No primeiro momento, realizou-se um levantamento bibliográfico em dois importantes livros-texto da área de Medicina Aeroespacial – *Fundamentals of Aerospace Medicine* (DAVIS et al., 2008) e *Medicina Aeroespacial* (TEMPORAL et al., 2005) –, no periódico *Aerospace Medicine and Human Performance Journal* e nas bases de dados de produção científica PubMed, SciELO e LILACS, a respeito das repercussões e os sintomas de hipóxia de altitude em pilotos, bem como os tempos de instalação de sintomas e útil de consciência, em situações de voo real ou simulado.

Foram empregados os seguintes descritores, conforme os DeCS: *Hypoxia*, *Altitude*, “*Altitude Sickness*”, *Symptoms* e *Pilots*. Também foram empregados os Sinônimos, de acordo com o MeSH: “*Hypoxic Gas*”, “*Hypoxic Gas Mixture*”, “*Hypoxic Mixture*”, *Pilot*, *Aviator*, *Aviators*, *Aviation* e *Flight*. Ainda, foram utilizados outros termos como “*Hypobaric Hypoxia*”, “*Low Pression Hypoxia*”, “*Physiological Train*”, “*Hypobaric Chamber*”, “*Effective Performance Time*” e “*Time of Useful Consciousness*”.

As equações elaboradas foram:

- Equação 1: (*Hypoxia* OR *Altitude* OR “*Altitude Sickness*” OR “*Hypobaric Hypoxia*” OR “*Low Pression Hypoxia*” OR “*Hypoxic Gas*” OR “*Hypoxic Gas Mixture*” OR “*Hypoxic Mixture*” OR *Symptoms* OR “*Physiological Train*” OR “*Hypobaric Chamber*” OR “*Effective Performance Time*” OR “*Time of Useful Consciousness*”) AND (*Pilot* OR *Pilots* OR *Aviator* OR *Aviators* OR *Aviation* OR *Flight* OR “*Fighter Pilots*” OR “*Fighter Aviators*”) – aplicada nos buscadores PubMed e LILACS; e
- Equação 2: (*Hypoxia* OR “*Altitude Sickness*” OR “*Hypobaric Hypoxia*” OR “*Physiological Train*” OR “*Hypobaric Chamber*” AND *Pilots* OR *Aviators* OR “*Fighter Pilots*” OR “*Fighter Aviators*”) – aplicada na SciELO.

O quantitativo de registros obtidos nas bases de dados, a partir das equações, bem como o número de registros selecionados em cada uma delas estão discriminados na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantitativo de RO e RS em cada base de dados

	PubMed		LILACS		SciELO	
Registros	RO	RS	RO	RS	RO	RS
Equação 1	3.138	48	8	5	0	0
Equação 2	----	----	----	----	6	0

RO = Registros Obtidos; RS = Registros Selecionados

Fonte: Autoria própria.

3.1 Efeitos da hipóxia de altitude

Como observado anteriormente, a exposição aguda à hipóxia de altitude afeta, de maneira crítica, diversos órgãos e sistemas, o que ocasiona grande diversidade de sintomas e a torna uma séria preocupação para o ambiente de aviação.

Patrão et al. (2013) destacaram que a hipóxia de altitude se trata de uma situação séria não apenas para os que voam em cabines pressurizadas, mas também para aqueles que voam em aeronaves não pressurizadas, abaixo de 10.000 ft. Isso porque a gravidade e a velocidade da instalação da hipóxia dependem não apenas da altitude, mas também de diversos outros fatores como a razão de subida, a duração da exposição, a temperatura do ambiente, o estado emocional do tripulante, o nível de esforço físico realizado dentro da aeronave e, ainda, de fatores individuais influentes na resistência à hipóxia, tais como o condicionamento físico e o tabagismo (TEMPORAL et al., 2005).

Sobre a exposição aguda à hipóxia de altitude, Saligaut et al. (1981), em estudo experimental com ratos submetidos à hipóxia em câmara hipobárica, verificaram que os animais apresentavam importante decréscimo na resposta de fuga condicionada com estímulo sonoro e eletrificação da gaiola, bem como queda da pressão parcial de oxigênio, sem hipercapnia, no tecido cerebral, com aumento do fluxo sanguíneo encefálico. Esses autores também verificaram que naqueles roedores submetidos à hipóxia sem uso de droga de estimulação dopaminérgica, queda nos níveis de noradrenalina (envolvida com os processos de aprendizado, memória, atenção, alerta e humor) e dopamina (responsável pelo controle de estímulo no sistema motor).

Em consonância com esses dados, Neuhaus e Hinkelbein (2014) afirmam que o comprometimento da cognição é o maior problema da hipóxia hipobárica, afetando significativamente as capacidades de pilotagem da aeronave. Os autores destacam ainda que situações de elevação do nível de ansiedade após a exposição à hipóxia merecem atenção e

relevância nos treinamentos práticos de aviação, pois reduziriam o tempo de reação dos pilotos e que o comprometimento da memória foi o tipo de sintoma mais frequentemente relatado por tripulantes, seja em situações de treinamento de experimentação de hipóxia ou ocorrência de incidentes envolvendo a mesma em voo real. Isso é corroborado mais recentemente por Nasser et al. (2020) que relatam haver fortes evidências sobre o desenvolvimento de prejuízos cognitivos na exposição aguda à hipóxia em pilotos militares, sobretudo o déficit de memória, a incapacidade de manter a atenção, a incompetência verbal, o aumento do tempo de reação e a alta taxa de erros na execução de tarefas de memória a curto prazo, embora seu estudo não tenha verificado diferenças significativas sobre a cognição na exposição crônica.

O que poderia explicar tais diferenças, na performance do indivíduo diante de exposição aguda ou crônica, é a aclimatação, fenômeno no qual o organismo compensa a privação de oxigênio por meio de alterações de sinais vitais e metabólicas. Contudo, Davis et al. (2008) frisam que, entre 10.000 ft e 15.000 ft de altitude, embora indivíduos não aclimatados possam apresentar alterações sobre a capacidade visual (i.e., diminuição na percepção de cores e prejuízo da visão noturna), a compensação cardiorrespiratória poderá mantê-los funcionais por tempo indeterminado, pois as tolerâncias individuais podem variar acentuadamente.

Ainda assim, em situação de hipóxia, há um TED/TUC, o qual foi definido por Temporal et al. (2005) como o tempo decorrido entre a perda de suprimento de oxigênio até a falha do desempenho e, por esse motivo, não reflete o início da inconsciência propriamente dita, mas sim o período de tempo após o qual é improvável que o aviador tome medidas corretivas ou protetoras para combater os efeitos da hipóxia. Esse tempo pode variar de acordo com a altitude; ou seja, enquanto a 18.000 ft, o TED/TUC dura em torno de 20 a 30 minutos (min), subindo para 25.000 ft, esse tempo passa a variar entre 3 e 5 min (DAVIS et al., 2008). Além disso, outro fator que pode reduzir em até 50% o TED/TUC é o exercício físico previamente ao voo, ainda que moderado (TEMPORAL et al., 2005), em virtude do aumento da demanda periférica e do consumo mais rápido de oxigênio (DAVIS et al., 2008).

Logo, uma vez que a hipóxia pode comprometer as capacidades de pilotagem em tempo muito variável e sob influência de diversos fatores, quanto antes for identificada pelo piloto, menores serão as consequências sobre seu desempenho.

3.2 Treinamento de experimentação de hipóxia

Em virtude da enorme variedade de sintomas causados pela falta do oxigênio, bem como do TED/TUC, a depender da altitude, Varis, Parkkola e Leino (2019) relataram que o treinamento de experimentação de hipóxia para pilotos militares é mandatório ao redor do mundo. O mesmo fenômeno foi investigado por Smith (2005), destacando que muitas Forças Aéreas expõem suas tripulações militares à hipóxia num ambiente de treinamento controlado para que se familiarizem com “uma constelação” de sintomas desenvolvidos e que podem aparecer em voo.

Em consonância, Neuhaus e Hinkelbein (2014) analisaram que, além de extremamente importante e efetivo, o principal objetivo do treinamento de experimentação de hipóxia é que os pilotos, militares e civis, reconheçam o chamado “sintoma individual”. A esse respeito, Smith (2005) faz uma analogia entre a manifestação que cada pessoa tem diante da hipóxia e sua assinatura escrita – ambas são altamente individualizadas e permanecem relativamente inalteradas por muito tempo. Ainda, quando experimentada, será lembrada por muitos anos, apresentando grande relação com a experiência de hipóxia aguda real, servindo de alerta situacional para o piloto. O rápido reconhecimento desses sintomas é o passo necessário para resolver a situação de desoxigenação do organismo, prevenindo a deterioração da performance do piloto e, assim, evitar um acidente (TRISTAN, 2017).

Os treinamentos de experimentação de hipóxia podem ocorrer por meio de um Dispositivo de Respiração de Oxigênio Reduzido (em inglês, *Reduced Oxygen Breathing Device* – ROBD) ou de uma câmara de baixa pressão ou hipobárica, passando por uma rotina de reciclagem de 03 a 05 anos, conforme protocolo adotado no país onde são realizados (HACKWORTH et al., 2005; ARTINO; FOLGA; SWAN, 2006; ARTINO; FOLGA; VACCHIANO, 2009; PATRÃO et al., 2013).

No Brasil, esse tipo de treinamento faz parte do EAF, o qual ocorre no IMAE. Esse adestramento é realizado apenas em câmara hipobárica e está previsto para todos os aeronavegantes da FAB, em atividade, a cada 5 anos. O voo simulado em câmara hipobárica ocorre, em solo, pela ação de uma bomba de vácuo que induz a queda da pressão atmosférica no interior de uma câmara de aço hermeticamente fechada, o que simula a variação de altitude; ou seja, quanto mais vácuo induzido, menor é a pressão atmosférica produzida e maior a altitude simulada atingida. Dessa maneira, o estagiário experimenta, em ambiente controlado, os efeitos do disbarismo (alteração da pressão atmosférica sobre o corpo humano) e da hipóxia, os quais

ocorrem durante a exposição ao ambiente aeroespacial, a fim de reconhecer o seu ou os seus principais “sintomas individuais”, conforme já comentado anteriormente (BRASIL, 2017). A Figura 1 apresenta o modelo de câmara hipobárica empregada em treinamentos de hipóxia da Força Aérea Brasileira (FAB).

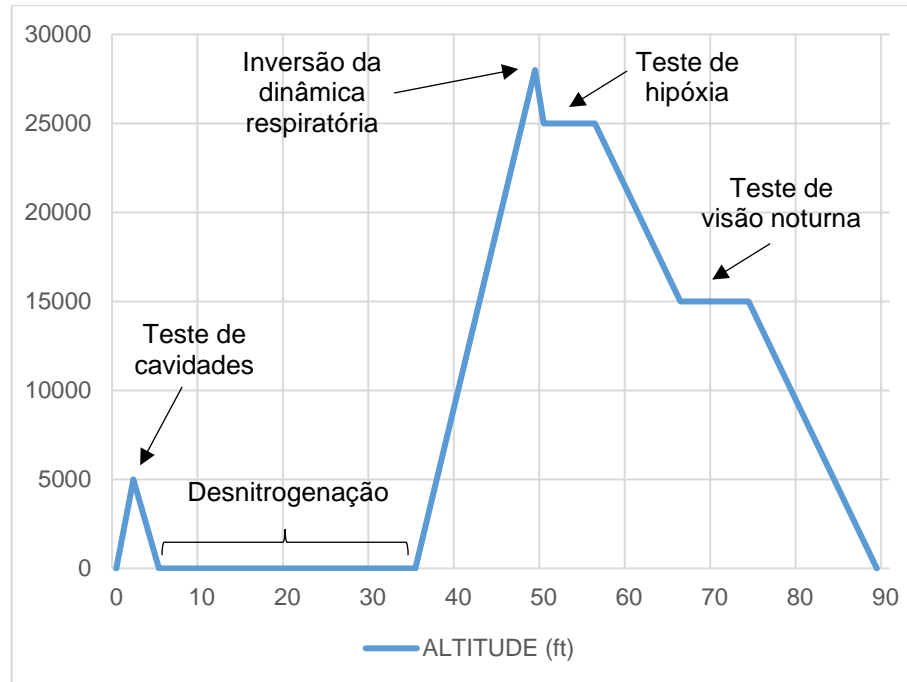
Figura 1 - Câmara hipobárica empregada na FAB



Fonte: Acervo IMAE.

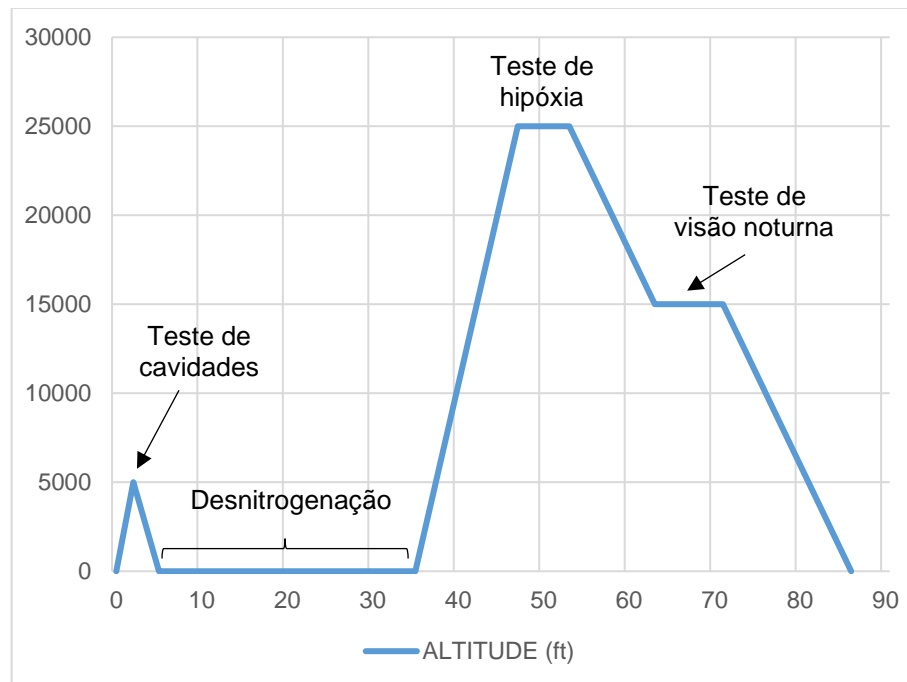
A depender do tipo de missão executada ou aviação voada pelo aeronavegante, o treinamento de experimentação de hipóxia poderá ocorrer por meio de diferentes perfis de voo simulado. Há 5 perfis previstos: Caça, Transporte, Helicóptero, Paraquedista e Controlador de Tráfego Aéreo. Cada um dos perfis possui características de dinâmica de voo distintas entre si, seja nas variações de altitude durante o transcorrer do treinamento e na altitude de ocorrência da hipóxia, seja no tempo médio de voo e de tempo, respirando oxigênio a 100% em solo (desnitrogenação) como profilaxia contra a ocorrência de doença descompressiva (formação de bolhas de nitrogênio, gás inerte dissolvido nos líquidos corporais). Essas diferenças entre voo simulado de cada perfil tem o objetivo de torná-lo o mais semelhante possível com o que o aeronavegante vivencia ao executar suas missões, durante voos reais em sua respectiva aviação. As Figuras 2, 3 e 4, representam graficamente, como exemplo, a dinâmica dos perfis Caça, Transporte e Helicóptero, os quais são aplicados aos pilotos da FAB.

Figura 2 - Perfil de voo Caça: gráfico de altitude (y) pelo tempo em min (x)



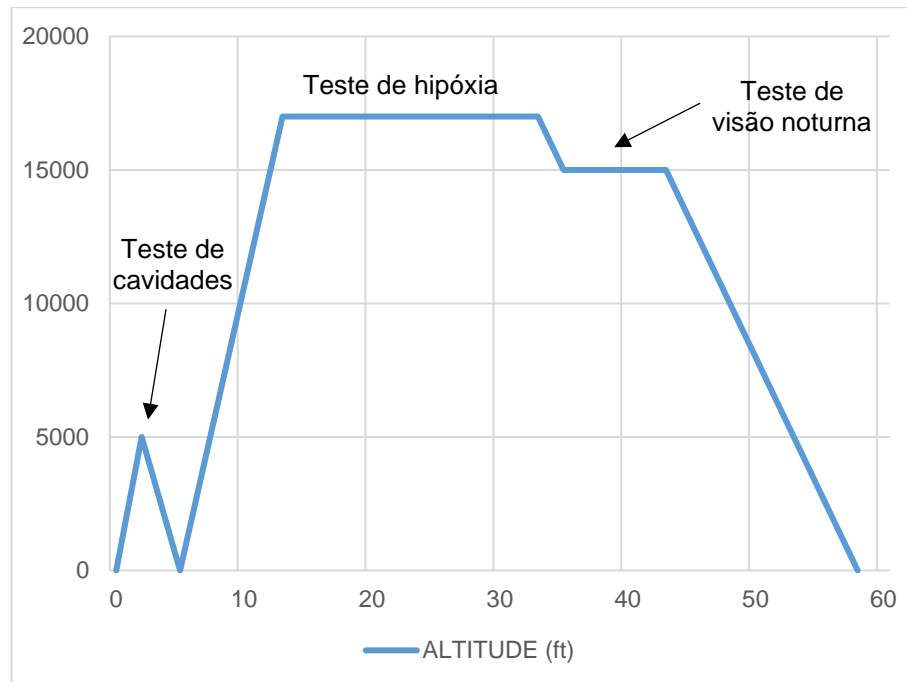
Fonte: Acervo IMAE.

Figura 3 - Perfil de voo Transporte: gráfico de altitude (y) pelo tempo em min (x)



Fonte: Acervo IMAE

Figura 4 - Perfil de voo Helicóptero: gráfico de altitude (y) pelo tempo em min (x)



Fonte: Acervo IMAE.

Sobre esse treinamento, destaca-se que, durante a experimentação da hipóxia, os aeronavegantes, até então recebendo suprimento de oxigênio a 100% por meio de máscaras de voo, as retiram e iniciam um teste de atenção com perguntas simples, as quais devem ser respondidas por escrito. A partir da retirada das máscaras, o médico de voo que acompanha o treinamento começa a cronometrar o tempo. A meta é que o aeronavegante, enquanto tem sua atenção e escrita voltadas para o teste, perceba seu 1º SIH e, assim, imediatamente, deixe de realizá-lo, coloque a máscara de volta ao rosto e ligue o suprimento de oxigênio novamente. Quando isso ocorre, o médico encerra a cronometragem e anota numa FIME qual foi o tempo para que o sintoma aparecesse naquele aeronavegante (BRASIL, 2017).

É importante destacar ainda que, na FIME, os participantes do EAF preenchem uma série de informações acerca de características pessoais (como exemplo, sexo, idade, estatura, massa corporal), Unidade Aérea onde trabalham (por meio da qual é possível saber o tipo de aeronave voada e que missão executam), condições de saúde prévia (antecedentes de doenças ou cirurgias, validade da última inspeção de saúde, hábito de fumo ou ingestão alcoólica, horas de sono habituais e nas últimas 24 horas, atividade física) entre outros aspectos. Tais dados são analisados pelo médico de voo, a fim de determinar se há algum tipo de restrição à realização do treinamento. Uma vez que nenhum impedimento é verificado e o voo simulado iniciado, ainda no nível do mar são verificadas duas variáveis importantes: a FC e a Sat O₂ iniciais de cada aeronavegante e também computadas na FIME. Posteriormente, na iminência da hipóxia

e ação de colocar da máscara, a FC e a Sat O₂ são novamente anotadas, assim como o 1º SIH e o TAS (BRASIL, 2017).

Outro aspecto importante é que há uma rigorosa padronização no preenchimento das FIME durante a realização do EAF, garantindo a fidedignidade dos dados ali contidos. Isso é devido ao fato de que todos os membros da equipe que acompanham os aeronavegantes durante os estágios, obrigatoriamente recebem a capacitação necessária através do Curso de Padronização de Instrutores de Treinamento Fisiológico (CPT-TF), bem como formação continuada a cada 6 meses com revisão de procedimentos e protocolos de rotina e de emergência do EAF (BRASIL, 2017).

A equipe de instrutores do IMAE é composta por 9 membros: 1 médico de voo, 1 enfermeiro chefe de voo, 2 operadores de altitude da câmara hipobárica (um para a câmara principal e outra para antecâmara ou lock), 1 operador de sistemas/comunicações, 1 técnico de manutenção para oxigênio/vácuo, 1 registrador de dados e 2 enfermeiros/técnicos de enfermagem internos (que permanecem dentro da câmara monitorando os aeronavegantes durante todo o voo simulado). A Figura 5 apresenta um enfermeiro interno atuando durante o EAF (BRASIL, 2017).

Figura 5 - Enfermeiro monitorando aeronavegantes durante EAF



Fonte: Acervo IMAE.

3.3 Evidências verificadas em treinamentos

Alagha et al. (2012), em estudo retrospectivo com pilotos da Força Aérea Iraniana submetidos à hipóxia em câmara hipobárica, destacam sobre a importância de estudos que evidenciam a influência de atividade física, ingestão de drogas (incluindo álcool) e outros fatores na susceptibilidade individual à hipóxia. Não por acaso, no Brasil, as informações que devem ser preenchidas na FIME antes do treinamento em câmara hipobárica relacionam-se a esses fatores. Esses autores, ainda, ao estudarem a influência da idade, verificaram correlação inversa entre a mesma e o aparecimento do sintoma. Ou seja, quanto maior a idade dos pilotos, menor foi o tempo para se instalar o sintoma de hipóxia. Além disso, também conseguiram determinar quais sintomas foram os mais frequentes naquela amostra, não detectando correlação significativa entre a idade e alteração do sintoma individual.

Já Nishimura et al. (2010), ao exporem 13 voluntários saudáveis à hipóxia com 15% de O₂ durante 5 horas, verificaram a diminuição do fluxo sanguíneo cerebral em estado estacionário entre a segunda e a quinta hora de exposição e nenhuma restauração significativa dos índices de autorregulação cerebral dinâmica. Segundo esses pesquisadores, a hipóxia leve sustentada reduz o fluxo sanguíneo cerebral em estado estacionário e prejudica continuamente a autorregulação cerebral dinâmica, implicando em um risco aumentado de falta de suprimento de oxigênio para o cérebro e que a circulação cerebral alterada por hipóxia poderia provocar um risco aumentado de desmaio.

Em virtude da importância da memória na pilotagem e a sensibilidade da mesma à hipóxia, Malle et al. (2013) compararam um grupo de pilotos expostos à altitude simulada de 31.000 ft em câmara hipobárica (experimental) com outro grupo mantido ao nível do mar (controle) quanto à performance em teste de memorização. Os resultados indicam que os exercícios de memória foram fortemente prejudicados em indivíduos do grupo experimental quando comparados àqueles do grupo controle e que a hipóxia aumentou muito a taxa média de frequência de erro. Outro aspecto importante analisado foi o comportamento da saturação periférica de oxigênio e da frequência cardíaca durante a privação de oxigênio. Apesar da performance de memorização decrescer linearmente com a hipoxemia, a leitura da Sat O₂ mostrou-se um fraco preditor para os achados no teste memória, visto que as alterações da saturação, durante o experimento, ocorreram em descompasso com aquelas da performance. Possivelmente, segundo os autores, isso foi devido a mudanças reflexas ou decorrentes do

estresse da atividade na FC e, ainda, por ativação parassimpática de mecano e quimiorreceptores – o chamado “efeito paradoxal do oxigênio”.

Na mesma linha, Peacock et al. (2017) buscaram verificar aspectos semelhantes, porém em altitude menor. Para isso, analisaram 10 pilotos e os monitoraram fisiológica e cognitivamente ao nível do solo (normóxia) e em altitude simulada de 3810 m ou 12.500 ft (hipóxia), além da performance em simulação de voo. Seus resultados demonstraram que houve correlação significativa entre condições de hipóxia a 3810 m e alterações fisiológicas e cognitivas. No entanto, na aplicação de teste t de amostras pareadas, não se demonstram diferenças de performance entre condições de normóxia e hipóxia. Os resultados sugerem que as deficiências associadas ao aumento da altitude foram substanciais nas alterações fisiológica e cognitivas, não o suficiente para afetar o desempenho em voo do piloto. Muito embora, os autores reconheçam a necessidade de evidências adicionais para analisar quaisquer conclusões e de continuar as pesquisas acerca de outros estressores (clima, hora do dia e rotinas de programação de voos), os quais podem estar presentes e, na medida em que aumentam, podem elevar os riscos de prejuízos fisiológicos, cognitivos e de performance dos pilotos expostos (PEACOCK et al, 2017).

Steinman et al. (2017) também procuraram examinar os efeitos da exposição aguda à hipóxia hipobárica sobre a performance em voo. Em estudo com 12 pilotos submetidos a simulador de voo por instrumentos instalados dentro de uma câmara hipobárica e expostos às altitudes de 300, 10.000 e 15.000 ft, os autores verificaram diferenças significativas na precisão do perfil de voo, quando comparadas as altitudes de 300 e 15.000 ft e de 10.000 e 15.000 ft. Numa análise *Post Hoc*, não foram verificadas diferenças entre os resultados a 300 e 10.000 ft. Além disso, observaram menores níveis no estado de alerta dos pilotos no início do voo a 15.000 ft comparado ao iniciado a 300 ft. Entretanto, não forneceram evidências decisivas para uma diminuição no desempenho em voo durante a exposição a altitudes simuladas de 10.000 e 15.000 ft. Cabe destacar que a grande variação interindividual no desempenho de voo dos pilotos, combinada com uma diminuição gradual nos níveis de alerta observados, coloca em questão a capacidade dos pilotos de voar com segurança em uma aeronave enquanto expostos a essas altitudes sem oxigênio suplementar.

Por outro lado, Varis, Parkolla e Leino (2019) verificaram em estudo com pilotos da Força Aérea Finlandesa que, independentemente da experiência prévia, o desempenho é afetado pela hipóxia de forma similar, não havendo correlação entre o acúmulo de horas de voo e a performance do piloto em condição de privação de oxigênio. Contudo, houve correlação entre as horas de voo e o reconhecimento da hipóxia, sendo que os pilotos menos experientes

reconheceram e reagiram mais rapidamente aos sintomas, possivelmente devido a treinamento prévio em câmara hipobárica, 18 meses antes. O tempo médio de exposição verificado para aparecimento dos sintomas foi de 115 s (85 – 186 s) ao final do experimento, sendo a Sat O₂ média de 68% (61 – 79%). Também houve queda de performance no voo por instrumento simulado, durante o procedimento de retorno para a base, após exposição à hipóxia, além de relato de fadiga, dores de cabeça, problemas de memória e prejuízo cognitivo até 12h após a exposição (“ressaca da hipóxia”).

Diante dessas evidências apresentadas por todos os autores anteriormente mencionados, verifica-se que o treinamento de experimentação de hipóxia reproduz as possíveis e mais variadas manifestações da falta de oxigenação em diversos sistemas orgânicos. Contudo, ainda existe necessidade de estudar melhor como essas manifestações se correlacionam com fatores individuais dos pilotos e, sobretudo, se elas advêm de um sintoma ou grupo de sintomas mais frequentes, num tempo médio de aparecimento que possa ser quantificado.

3.4 Importância da determinação do 1º SIH e do TAS

Segundo Bonita, Beaglehole e Kjellström (2010), os dados obtidos por meio de estudos de prevalência são úteis para avaliar as necessidades em saúde de uma população, além de fornecerem indicadores úteis de tendência quando realizados repetidamente. Assim, a determinação do tipo de “sintoma individual” que seja mais frequente entre pilotos, em nível institucional, é necessária para implementar políticas ou programas de prevenção à instalação de hipóxia e protocolos de emergência mais assertivos e direcionados à detecção precoce do sintoma mais prevalente.

Além disso, apesar de ser mencionado em algumas poucas publicações e ser aquele realmente medido durante os treinamentos de experimentação de hipóxia, o TAS não apresenta uma variação ou média estabelecida assim como o TED/TUC. Se levarmos em consideração que a familiarização do piloto com seu “sintoma individual” visa justamente à identificação precoce de instalação da hipóxia e realização de procedimentos de emergência para reestabelecer a oxigenação antes da perda da consciência útil, intuitivamente há uma diferença entre TAS e TED/TUC. Esse espaço de tempo entre ambos (ΔT), portanto, é importante em protocolos de emergência, pois compreende o espaço de tempo no qual precisaria agir para reversão da hipóxia. Entretanto, como não há uma determinação do TAS, ainda existe uma

lacuna no que diz respeito à prontidão e à agilidade necessárias ao piloto diante dessas emergências.

4 METODOLOGIA

4.1 Amostra

Foram analisadas as FIME de EAF, no banco de dados do IMAE. Os intervalos de comparação foram definidos com base na Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 37-650 – Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (BRASIL, 2017). De acordo com esse documento, a validade do EAF é de 5 anos e, após transcorrido esse período, há necessidade de nova realização do mesmo. Assim, em teoria, a cada 5 anos todo o efetivo/população de militares aeronavegantes da FAB em atividade terá sido submetida ao treinamento de experimentação de hipóxia. O modelo de FIME encontra-se no ANEXO A. Cabe esclarecer que o acesso ao referido banco de dados foi previamente autorizado pela Diretoria de Saúde da Aeronáutica (DIRSA), organização de autoridade sanitária no âmbito da FAB e à qual o IMAE está subordinado técnica e administrativamente, conforme Ofício nº 33/DEN/12996, do Diretor de Saúde ao Comandante da Universidade da Força Aérea, de 16 de dezembro de 2020 (ANEXO B). Esse estudo também foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG), por meio do parecer nº 4.751.381, de 2 de junho de 2021, CAAE: 46212421.4.0000.5250 (ANEXO C).

4.1.1 Critérios de inclusão

Foram incluídas todas as FIME de pilotos da FAB, independentemente da aviação/perfil de voo simulado, e que tenham efetivamente retirado a máscara de oxigênio na altitude prevista e sido submetidos à hipóxia.

4.1.2 Critérios de exclusão

Foram excluídas todas as FIME de demais categorias de aeronavegantes sujeitos à realização de EAF (mecânicos, comissários, operadores de comunicação, controladores de tráfego aéreo, paraquedistas, médicos de voo e enfermeiros de voo), de aeronavegantes de demais Forças Armadas ou Auxiliares, nacionais ou estrangeiras e de pilotos da FAB que, por quaisquer motivações, não tenham sido submetidos à hipóxia (i.e., sido dispensado do voo simulado ou não retirado a máscara de oxigênio a critério médico).

4.2 Coleta de dados, instrumento de pesquisa e variáveis investigadas

Os dados coletados em FIME foram tabulados em planilha de Excel. As seguintes variáveis foram investigadas: idade, sexo, estatura, massa corporal, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, fumante ou não, TAS (em segundos), FC (ao nível do mar e em altitude simulada) e Sat O₂ (ao nível do mar e altitude simulada), além do 1º SIH relatado.

Sobre o 1º SIH relatado, foram utilizados, para fins de cômputo, os termos técnicos que agrupem outras denominações que sejam sinônimos do mesmo tipo de sintoma ou grupo de sintomas semelhantes (i.e., o termo técnico Letargia equivaleu à denominações “Letargia”, “Lentidão” e “Raciocínio Lento”, Perturbações Visuais englobou “Visão em Túnel”, “Visão Embaçada”, “Visão Turva” e “Escotomas”, Parestesia como sinônimo de “Dormência” e “Formigamento”, e Taquicardia englobou “Taquicardia”, “Palpitação” e “Coração Acelerado”). O termo “Outros” foi utilizado para agrupar uma série de outros sintomas diversos relatados em menor frequência, cujos termos não puderam ser agrupados como sinônimos por não manterem características similares entre si.

4.3 Formas de análise dos resultados

Para o tratamento dos dados coletados na pesquisa, foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 22.0. A distribuição dos dados foi analisada por meio do teste de *Shapiro Wilk*, pretendendo-se assim identificar a distribuição normal do conjunto de dados. Foram realizadas as seguintes análises estatísticas descritivas: frequência (sexo, taxa de prevalência do 1º SIH, perfil de voo, fumante) cálculos de média, desvio padrão, mínimo e máximo (idade e TAS). Para verificar a diferença entre as frequências do 1º SIH, foi utilizado o teste qui-quadrado (χ^2).

As variáveis quantitativas foram correlacionadas pelo coeficiente linear de *Pearson*, com nível de significância de $p < 0,05$, um índice de associação cujos valores variam entre as magnitudes 1 e -1 (MARGOTTO, 2012) e quanto mais próximos a essas, maior e mais forte é a correlação entre as variáveis, de maneira direta ou inversamente proporcional, respectivamente, ao passo que valores do coeficiente que se aproximam de 0 demonstram menor força de associação entre as variáveis (OLIVEIRA, 2021). As variáveis dicotômicas (que podem assumir apenas dois valores) também foram correlacionadas pelo coeficiente de correlação ponto-bisserial. A Tabela 2 apresenta o coeficiente linear de *Pearson* / ponto-

bisserial, bem como a classificação das correlações ou relevância de acordo com os valores desse índice.

Tabela 2 - Coeficiente linear de *Pearson* / ponto-bisserial

Valor do coeficiente (r)	Classificação da Correlação ou Relevância
1 ou -1	Perfeita
$0,80 \leq r < 1$ ou $-1 < r \leq 0,80$	Muito Alta
$0,60 \leq r < 0,80$ ou $-0,80 < r \leq -0,60$	Alta
$0,40 \leq r < 0,60$ ou $-0,60 < r \leq -0,40$	Moderada
$0,20 \leq r < 0,40$ ou $-0,40 < r \leq -0,20$	Baixa
$0 < r < 0,20$ ou $-0,20 < r < 0$	Muito Baixa
0	Nula

Fonte: Adaptado de MARGOTTO, 2012.

As diferenças entre o TAS médio, em cada perfil de voo simulado, foram verificadas por meio da análise de variância (ANOVA). O nível de significância estatístico adotado foi de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 Dados coletados

Foram analisadas, ao todo, 1178 FIME de pilotos da FAB que efetivamente sofreram experimentação de hipóxia, sendo 1156 (98,1%) do sexo masculino e 22 (1,9%) do sexo feminino. Desse total, 699 (59,3%) realizaram o perfil Caça, 403 (34,2%) realizaram o perfil Transporte e 76 (6,5%) realizaram o perfil Helicóptero. Além disso, 428 (36,3%) realizaram o voo simulado em CH pela primeira vez, enquanto 750 (63,7%) já haviam sido submetidos a esse treinamento pelo menos uma vez antes. Ainda, 1124 (95,4%) constavam como não fumantes e 54 (4,6%) com fumantes. A média de idade foi de 27 anos, sendo a idade mínima de 19 anos e a máxima de 47 anos, com desvio padrão de 5,6.

A frequência do 1º SIH relatados em FIME, independentemente do perfil de voo simulado, está discriminada na Tabela 3.

Tabela 3 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME

1º SIH	Frequência (f)	Porcentagem (%)
Letargia	252	21,4
Perturbações visuais	221	18,8
Parestesia	211	17,8
Taquicardia	132	11,2
Tontura/Vertigem	92	7,8
Outros	270	23,0
Total (N)	1178	100,0

1º SIH = primeiro sintoma individual de hipóxia

Fonte: Autoria própria.

Os dados apresentados na Tabela 3 destacam que houve diferenças nas frequências quando utilizado o teste qui-quadrado entre as variáveis analisadas ($\chi^2 = 124,143$, $df = 5$ e $p = 0,000$).

As Tabelas 4, 5 e 6 dispõem das frequências do 1º SIH relatados por aviadores submetidos aos perfis Caça, Transporte e Helicóptero, respectivamente.

Tabela 4 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME para o perfil Caça

1º SIH	Frequência	Porcentagem (%)
Letargia	148	21,2
Perturbações visuais	131	18,7
Parestesia	128	18,3
Taquicardia	77	11,0
Tontura/Vertigem	59	8,5
Outros	156	22,3
Total (N)	699	100,0

1º SIH = primeiro sintoma individual de hipóxia
Fonte: Autoria própria.

Tabela 5 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME para o perfil Transporte

1º SIH	Frequência	Porcentagem (%)
Perturbações visuais	86	21,3
Letargia	85	21,1
Parestesia	72	17,9
Taquicardia	45	11,1
Tontura/Vertigem	31	7,6
Outros	84	21,0
Total (N)	403	100,0

1º SIH = primeiro sintoma individual de hipóxia
Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 - Frequência do 1º SIH relatado em FIME para o perfil Helicóptero

1º SIH	Frequência	Porcentagem (%)
Letargia	19	25,0
Parestesia	11	14,5
Taquicardia	10	13,1
Assintomático	10	13,1
Sonolência	8	10,5
Outros	18	23,8
Total (N)	76	100,0

1º SIH = primeiro sintoma individual de hipóxia
 Fonte: Autoria própria.

Os dados apresentados nas Tabela 4, 5 e 6 destacam que houve diferenças nas frequências quando utilizado o teste qui-quadrado entre as variáveis analisadas (Caça: $\chi^2 = 66,622$, $df = 5$ e $p = 0,000$; Transporte: $\chi^2 = 41,372$, $df = 5$ e $p = 0,000$; Helicóptero: $\chi^2 = 42,579$, $df = 5$ e $p = 0,000$).

A Tabela 7 apresenta os valores de TAS relativos a cada um dos perfis de voo simulado em CH. Foram excluídos 73 valores devido à ausência de dados em FIME, sendo 23 referentes ao perfil Caça, 18 ao perfil Transporte e 32 ao perfil Helicóptero.

Tabela 7 – TAS, em segundos, por perfil de voo simulado

Perfil de voo	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Caça	676	112,7	46,1	3	325
Transporte	385	105	38,5	14	290
Helicóptero	44	370,2	139,2	110	600

N = total de pilotos, TAS = tempo de aparecimento do sintoma
 Fonte: Autoria própria.

5.2 Correlação entre dados coletados e o TAS

A Tabela 8 verifica a diferença estatística entre os valores médios de TAS aferidos para cada perfil de voo, comparando os perfis entre si.

Tabela 8 - Comparação estatística entre o TAS de cada perfil de voo entre si

		Diferença média (s)	Erro padrão	p	Intervalo de confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Caça	Transporte	7,7	3,2	0,047*	0,1	15,3
	Helicóptero	- 257,5	8,0	0,000*	- 276	- 239
Transporte	Caça	- 7,7	3,2	0,047*	- 15,3	- 0,1
	Helicóptero	- 265,2	8,1	0,000*	- 284	- 246
Helicóptero	Caça	257,5	8,0	0,000*	239	276
	Transporte	265,2	8,1	0,000*	246	284

TAS= tempo de aparecimento do sintoma

Fonte: Autoria própria. *p<0,05

Ao analisar a Tabela 8, é possível verificar que, apesar das magnitudes já serem distintas, existe também diferença estatística entre os valores de TAS para cada perfil de voo simulado quando comparados entre si. Isso significa que o tempo de instalação do sintoma de hipóxia é diferente entre pilotos de diferentes aviações.

Analisando a correlação do TAS com a idade dos pilotos submetidos à experimentação de hipóxia, verificou-se que não ocorreram valores significativos (correlação de Pearson de - 0,016, relevância muito baixa, $p = 0,602$).

A Tabela 9 descreve a correlação do TAS com as variáveis nominais dicotômicas sexo, tabagismo e primeiro voo em CH.

Tabela 9 - Correlação do TAS com sexo, tabagismo e primeiro voo em CH

	Correlação Ponto-bisserial	Relevância	p
Sexo	-0,018	Muito Baixa	0,544
Tabagismo	0,033	Muito Baixa	0,270
Primeiro voo em CH	0,280	Baixa	0,358

CH = câmara hipobárica, TAS = tempo de aparecimento do sintoma

Fonte: Autoria própria. *p<0,05

A Tabela 10 apresenta a correlação do TAS com as variáveis estatura e massa corporal de acordo com o sexo dos pilotos submetidos à hipóxia.

Tabela 10 - Correlação do TAS com estatura e massa corporal, segundo o sexo

		Correlação de <i>Pearson</i>	Relevância	p
Masculino	Estatura	0,063	Muito Baixa	0,038*
	Massa Corporal	0,000	Nula	1,000
Feminino	Estatura	- 0,162	Muito Baixa	0,520
	Massa Corporal	- 0,272	Baixa	0,274

TAS = tempo de aparecimento do sintoma

Fonte: Autoria própria. *p<0,05

A Tabela 11 retrata a correlação entre a FC medida em solo e aquela aferida na altitude para cada perfil de voo simulado, durante a experimentação de hipóxia. É possível constatar, pela análise da Tabela 11, que a FC aferida, tanto em solo quanto durante a hipóxia em altitude simulada, ocorre baixa ou muito baixa correlação com o TAS médio em qualquer perfil de voo. Ainda, é importante destacar que houve significância estatística apenas durante a análise de correlação com a FC em solo no perfil Caça.

Tabela 11 - Correlação do TAS com a FC em solo e em altitude simulada

		Correlação de <i>Pearson</i>	Relevância	p
Caça	FC (solo)	- 0,104	Muito Baixa	0,007*
	FC (25.000 ft)	- 0,046	Muito Baixa	0,250
Transporte	FC (solo)	- 0,008	Muito Baixa	0,875
	FC (25.000 ft)	0,055	Muito Baixa	0,301
Helicóptero	FC (solo)	- 0,028	Muito Baixa	0,857
	FC (17.000 ft)	- 0,289	Baixa	0,064

FC = frequência cardíaca, TAS = tempo de aparecimento do sintoma
 Fonte: Autoria própria. *p<0,05

A Tabela 12 demonstra a correlação entre a Sat O₂ medida em solo e aquela aferida na altitude para cada perfil de voo simulado, durante a experimentação de hipóxia.

Tabela 12 – Correlação do TAS com a Sat O₂ em solo e em altitude simulada

		Correlação de <i>Pearson</i>	Relevância	p
Caça	Sat O ₂ (solo)	- 0,057	Muito Baixa	0,137
	Sat O ₂ (25.000 ft)	- 0,364	Baixa	0,000*
Transporte	Sat O ₂ (solo)	0,026	Muito Baixa	0,606
	Sat O ₂ (25.000 ft)	- 0,441	Moderada	0,000*
Helicóptero	Sat O ₂ (solo)	0,296	Baixa	0,051
	Sat O ₂ (17.000 ft)	- 0,435	Moderada	0,004*

Sat O₂ = saturação de oxigênio, TAS = tempo de aparecimento do sintoma
 Fonte: Autoria própria. *p<0,05

Verifica-se na Tabela 12 que a Sat O₂ em solo não tem correlação com o TAS médio. Contudo, quando se compara a Sat O₂ em altitude e o TAS, há correlação inversamente proporcional entre as duas variáveis, sendo essa baixa para o perfil Caça e moderada para os perfis Transporte e Helicóptero.

6 DISCUSSÃO

Ao analisar a frequência do 1º SIH, o presente estudo verificou que a Letargia foi mais prevalente, sendo relatada por 21,4% de todos os pilotos. Mesmo quando a análise foi realizada separadamente pelos perfis de voo simulado em CH, esse mesmo sintoma foi o mais frequente nos perfis Caça (21,2%) e Helicóptero (25%), ao passo que no perfil Transporte foi o 2º sintoma com maior prevalência (21,1%), porém com uma diferença de apenas 0,2 ponto percentual daquele que ocupou a primeira posição para esse perfil (Perturbações Visuais = 21,3%). Essas análises chamam a atenção, uma vez que um sintoma que se caracteriza por déficit de cognição e de desempenho é o primeiro a se manifestar para uma parcela considerável dos aviadores da FAB. Além disso, considerando-se que mais de um terço de todos os pilotos analisados realizou a experimentação da hipóxia pela primeira vez (ou seja, desconhecia seu 1º SIH anteriormente), esses dados advertem quanto à importância desse tipo de treinamento, sobretudo para aqueles inexperientes na identificação do sintoma.

Nesse sentido, Kumar (2019) destacou que não se pode subestimar a importância do treinamento fisiológico para identificar a hipóxia para a tomada de ações que visem combater seus efeitos em tempo hábil, visto que a exposição aguda à mesma pode incapacitar rapidamente um piloto desavisado, o qual pode cometer erros e isso resultar em resultados desfavoráveis. O autor ainda acrescentou que seja possível que o papel da hipóxia não tenha sido estabelecido em número significativo de acidentes aéreos fatais devido à natureza diversa de sua manifestação e que a Marinha e a Força Aérea dos Estados Unidos continuam, na atualidade, a empreender esforços contra os chamados “Eventos Fisiológicos Inexplicáveis”, os quais relatou serem provavelmente a hipóxia e que foram responsáveis pela perda de mais de duas dúzias de aeronaves, bem como a morte de 4 pilotos navais norte-americanos, em junho de 2017. Contudo, admitiu que, apesar disso, essas ocorrências diminuíram significativamente em virtude de projetos aprimorados de sistema de oxigênio e do treinamento de experimentação de hipóxia que os tripulantes receberam durante a carreira.

Corroborando com essa última afirmação, Chiang et al. (2021b) compararam os sintomas de hipóxia sofridos por 46 tripulantes militares (pilotos e não pilotos) em voo real e em voo simulado em CH. Os autores verificaram que os 5 principais sintomas relatados em voo real foram Fogachos ou Ondas de Calor (43,5%), Baixa Concentração (34,8%), Prejuízos da Função Cognitiva (32,6%), Parestesia (28,3%) e Fadiga (26,1%), ao passo que, durante o treinamento em CH, Baixa Concentração (50,0%), Fogachos (47,8%), Perturbações Visuais (43,5%), Tontura/Vertigem (39,1%) e Prejuízos da Função Cognitiva (37,0%) foram os que

predominaram. Afirmaram também que os sintomas com ocorrência comum em ambos os voos, em ordem decrescente, foram Baixa Concentração (28,3%), Fogachos (28,3%), Prejuízos da Função Cognitiva (17,4%), Parestesia (17,4%) e Perturbações Visuais (13,0%), e que, quando comparadas as frequências dos sintomas em voo real com aquelas apresentadas em CH, não encontraram diferença estatística. Apesar de algumas diferenças metodológicas, principalmente de seleção e tamanho da amostra, os dados verificados por esses autores guardam algumas similaridades com aqueles apresentados pelo presente estudo, sendo encontrados em ambos, os sintomas letárgicos com prejuízos à cognição e ao desempenho, as manifestações visuais, as parestésicas e aquelas sobre a orientação espacial entre as mais frequentemente reportadas.

Especificamente sobre o perfil de voo Helicóptero, em outro estudo, Chiang et al. (2021a) verificaram que os 5 sintomas que mais predominaram nos tripulantes (pilotos e não pilotos) submetidos à hipóxia em CH, tanto em treinamento prévio como no atual, foram Déficit Visual (20,7%), Dificuldade de Concentração (12,7%), Cansaço (12,2%), Déficit Cognitivo (8,0%) e Falta de Ar (5,2%), não havendo diferenças estatísticas significantes entre a frequência dos sintomas de hipóxia relatados no último voo simulado e no atual, com a exceção do Cansaço ($p=0,001$). Os autores também não verificaram diferença estatística entre os sintomas de hipóxia ocorridos no voo simulado prévio, no atual e em voo real quando comparando-os entre si. Esses dados apresentam diferenças importantes com o presente estudo, no que diz respeito à prevalência dos tipos de sintomas, havendo similaridade apenas quanto à existência de sintomas de prejuízo à cognição e ao desempenho entre os 5 mais frequentemente relatados em ambos os estudos. É preciso destacar que existem diferenças metodológicas entre ambos, sobretudo quanto à altitude de exposição da hipóxia - no estudo de Chiang et al. (2021a), as máscaras de O₂ foram retiradas a 18.000 ft, enquanto neste estudo, para o perfil Helicóptero, isso ocorreu a 17.000 ft, o que poderia ter ocasionado essa diferença de resultados. Contudo, os eventos de hipóxia em voo real analisados por Chiang et al. (2021a) ocorreram em altitudes inferiores a 14.000 ft e, como já mencionado, não houve diferença estatística com aqueles ocorridos nos voos simulados. Assim sendo, novos estudos são necessários para verificar porque essas diferenças ocorreram entre os dois estudos.

Blacker e McHail (2021), baseados em trabalhos anteriores em que a hipóxia em adultos saudáveis resultou no decréscimo de ampla gama de tarefas sensoriais, cognitivas e motoras, avaliaram o tempo de recuperação neurocognitiva após a hipóxia, em experimento com 26 pilotos navais norte-americanos expostos a ambiente de respiração de oxigênio reduzido e submetidos a tarefas de vigilância psicomotora e avaliação de processamento auditivo. Os autores verificaram uma diminuição significativa do tempo de recuperação neurocognitiva

durante a hipóxia, com prejuízos à vigilância psicomotora e alterações auditivas até 60 e 120 min após a exposição, respectivamente, resultados que, segundo relataram, têm implicações quanto à orientação de retorno à atividade aérea após a exposição hipóxica. Apesar das diferenças metodológicas entre a pesquisa de Blacker e McHail (2021) e o presente estudo, sendo a Letargia o sintoma mais prevalente nos pilotos da FAB, novas pesquisas fazem-se necessárias para determinar a duração e repercussão da mesma após a hipóxia.

Ainda sobre as repercussões sobre a cognição e desempenho, Chee, Bigorna e Logsdon (2021) estudaram, em aviadores militares, a aplicação do CogScreen-AE, uma ferramenta computadorizada de triagem neurocognitiva desenvolvida pela *Federal Aviation Administration* (equivalente norte-americana à Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC - no Brasil) para medir a deficiência neurocognitiva em pilotos civis de companhias aéreas. Apesar desses autores não terem verificado diferenças estatísticas de desempenho cognitivo entre os resultados do CogScreen-AE aplicado antes e após o voo, discutiram a necessidade de novos estudos para determinar como essa ferramenta poderia ser utilizada em ambiente operacional de voo, visto que essa foi uma limitação da pesquisa. Essa afirmação de Chee, Bigorna e Logsdon (2021) vai ao encontro com os dados de 1º SIH mais prevalente analisado no presente estudo, uma vez que ferramentas de mensuração de déficit cognitivo em voo poderiam ser muito úteis para a detecção precoce de queda de desempenho e emissão de alerta situacional ao piloto para utilização de O₂ suplementar, podendo compor, inclusive, os instrumentos nos projetos de cabine das aeronaves.

Com relação ao TAS, o presente estudo encontrou um valor médio desse tempo para os 3 perfis de voos simulados, sendo 2 deles para a altitude de 25.000 ft (Caça e Transporte) e 1 para 17.000 ft (Helicóptero). Verificou ainda que, quando comparados esses perfis, todas as médias do TAS foram diferentes estatisticamente entre si, demonstrando um comportamento distinto para diferentes tipos de aviação, mesmo que a exposição à hipóxia ocorra na mesma altitude. Para o perfil Caça, o TAS médio foi de aproximadamente 1 min e 53 s, para o perfil Transporte, de 1 min e 45 s e, para o perfil Helicóptero, de 6 min e 10 s.

Segundo Temporal et al. (2005) e Davis et al. (2008), o TED/TUC varia entre 3 e 5 min (média de 4 min) na altitude de 25.000 ft. Comparado esse tempo com os valores de TAS encontrados nos perfis Caça e Transporte, verificou-se que o intervalo de tempo (ΔT) entre a manifestação da hipóxia e a incapacidade de realizar ações para combatê-la é superior a 2 min para ambos, o que representa um espaço temporal grande no ambiente de aviação e poderia permitir ao piloto executar os procedimentos de emergência em tempo suficiente para evitar a queda de desempenho, assim que percebido o seu 1º SIH. Quanto à comparação com o TAS

para o perfil Helicóptero, não foram encontrados estudos que determinem o TED/TUC para a altitude de 17.000 ft. Tanto Temporal et al. (2005) quanto Davis et al. (2008) descrevem esse tempo a partir de 18.000 ft, variando entre 20 e 30 min (média de 25 min), o que permitiria supor, por plausibilidade, que o TED/TUC seria superior a esse intervalo numa altitude inferior e que determinaria um ΔT superior a 18 min entre a manifestação do 1º SIH e a perda da capacidade útil de um piloto voando nessa altitude. Contudo, novos estudos necessitam ser realizados para que o TED/TUC possa ser determinado à 17.000 ft e essa hipótese possa ser comprovada.

Leinonen et al. (2021) também estudaram o TAS em pilotos da Força Aérea Finlandesa submetidos à hipóxia em condições normobáricas experimentadas em 2 treinamentos no simulador de voo de aeronave F/A-18C Hornet, em que o intervalo entre o 1º evento e o 2º foi de 2,4 anos. A hipótese do estudo é que em um segundo treinamento, o tripulante poderia identificar o sintoma de hipóxia, significativamente mais rápido do que durante a primeira vez. Os autores, ao submeterem 89 aviadores (88 homens e 1 mulher) à respiração de misturas gasosas contendo 8%, 7% e 6% de O₂ em nitrogênio (condições que equivalem a 20.341 ft, 22.966 ft e 25.919 ft, respectivamente), verificaram que no 1º treinamento a percepção dos sintomas ocorreu em tempo médio de 103 s com a mistura de 8% (desvio padrão = 52), 100 s com a de 7% (desvio padrão = 64) e 81 s com a de 6% (desvio padrão = 33), havendo diferença estatística quando comparados esses tempos entre si ($p=0,02$). No 2º treinamento, os pilotos reconheceram o sintoma de hipóxia, em média, 18 s (O₂ a 8%), 20 s (O₂ a 7%) e 10 s (O₂ a 6%) mais rápido que no treinamento anterior. Esses resultados se mostraram bem menores que o TAS médio para o perfil Caça apresentado pelo presente estudo, mesmo em altitudes menores que 25.000 ft simuladas pelas misturas de gases de 8% e 7%, o que poderia ser explicado pelas diferenças metodológicas e de tamanho da amostra. Além disso, esta pesquisa analisou apenas um treinamento realizado por cada piloto da FAB, sem compará-lo com outros realizados previamente, sendo necessários outros estudos para analisar porque essas diferenças com o estudo finlandês ocorrem. Os sintomas mais relatados pelos participantes, verificados por Leinonen et al. (2021), foram Parestesia (68%), Fogachos (60%), Déficit Cognitivo (41%), Tontura (39%), Dispneia (36%), Déficit Visual (32%) e Desorientação (13%).

A respeito da Sat O₂, Leinonen et al. (2021) relataram que o reconhecimento da hipóxia pelos pilotos da Força Aérea Finlandesa ocorreu com as saturações médias de 78% ou mais, variando no 1º treinamento entre 65% e 97% e no 2º, entre 63% e 97%, encontrando diferenças estatística desses resultados ao compararem ambos os eventos, exceto nas condições de O₂ a 6%. Já o presente estudo encontrou correlação negativa entre a Sat O₂ e TAS, sendo essa

correlação baixa no perfil Caça, mas moderada para os perfis Transporte e Helicóptero. Ou seja, quanto maior a saturação apresentada pelos pilotos da FAB durante a exposição à hipóxia, menor será o tempo médio para o aparecimento do 1º SIH, o que, embora contraditório, poderia ser explicado por um estado de hiperventilação.

Varis et al. (2022) afirmaram que existem variações nas respostas fisiológicas dos indivíduos à baixa pressão de oxigênio e, ao avaliarem como a hipóxia normobárica afeta a taxa de ventilação por min e o desempenho de pilotos, verificaram um aumento do volume inspiratório por minuto, quando comparado com as condições de normóxia, e que a hiperventilação durante a hipóxia tem um efeito duradouro e dose-dependente no desempenho do piloto em voo, mesmo que os procedimentos de emergência para combater a falta de oxigênio sejam executados 10 min antes da manifestação dos sintomas e que isso se deve à hipocapnia decorrente da hiperventilação, piorando a “ressaca” da hipóxia. Durante o EAF do IMAE, a frequência respiratória e o volume inspirado não são monitorados, durante o treinamento de experimentação da hipóxia e, dessa maneira, não foi possível analisar essas variáveis no presente estudo, sendo necessárias outras pesquisas para verificar o comportamento da hiperventilação sobre os efeitos da hipóxia nos pilotos da FAB.

No presente estudo, não se verificou existência de correlação do TAS com as variáveis idade, sexo, tabagismo, primeiro voo em CH, massa corporal, FC na altitude e Sat O₂ aferida em solo. Contudo, houve uma correlação muito baixa entre o TAS e a estatura apenas entre os pilotos do sexo masculino, bem como uma correlação muito baixa entre o TAS e a FC em solo apenas para o perfil Caça. Em virtude da metodologia utilizada nesta pesquisa não ser capaz de verificar a existência de causalidade na correlação entre essas variáveis, novos estudos deverão ser realizados, a fim de executar tais análises.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo caracterizaram como é o comportamento da mais significativa ameaça fisiológica no ambiente aeroespacial, a hipóxia, entre os pilotos da FAB, apresentando suas principais manifestações, através do 1º SIH mais prevalente e do TAS quando é percebida. Através do conhecimento sobre esse comportamento, procedimentos para aumento do alerta situacional sobre a hipóxia poderão ser aperfeiçoados, avisos operacionais e manuais de doutrina aprimorados e medidas mitigadoras aplicadas, a fim de prevenir que a falta de oxigênio ocasiona perda de desempenho durante as operações aéreas, comprometendo a segurança e ocasionando, também, prejuízos financeiros.

Esta pesquisa realizou a análise de uma amostra grande de FIME de aviadores do Comando da Aeronáutica que reflete praticamente a totalidade de pilotos em atividade aérea. Com isso, conseguiu delinear as características dessa população e, principalmente, como essas se correlacionam com a hipóxia quando são expostos a ela. Assim, por meio desse conhecimento, políticas para combater o problema da hipóxia poderão ser empreendidas: maneira mais precisa e focada de acordo com as peculiaridades da amostra.

Ao verificar que o 1º SIH mais prevalente entre os pilotos da FAB é a “Letargia”, o qual tem repercussões diretas sobre a consciência e desempenho, sem que o piloto apresente qualquer outro sintoma mais objetivo que sirva de alerta situacional, novas ferramentas para chamar atenção sobre a ocorrência do problema em voo devem ser estudadas, visando evitar perdas humanas e de equipamentos. Essas ferramentas poderão ser desde treinamentos e protocolos até mudança em projetos de cabine com inclusão de instrumentos que permitam detectar o problema de maneira precoce e alertar o militar acometido para que acione os equipamentos de suporte vital.

Também, ao estudar o TAS, o presente estudo foi capaz de entender que o tempo para que a hipóxia se instale e gere sintomas depende não apenas da altitude, mas também do perfil de voo. O TAS foi significativamente distinto entre os perfis Caça, Transporte e Helicóptero, o que permite que o aperfeiçoamento de protocolos de emergência possa distinguir em tempo de acordo com o tipo de aviação voada pelo oficial aviador. Além disso, o estudo demonstrou que, da manifestação do 1º SIH à perda da consciência útil, o intervalo representa um espaço de tempo considerável em ambiente de aviação, mesmo em altitude maiores, o que permitiria que as medidas contra a hipóxia possam ser realizadas com consideráveis chances de sucesso.

Por fim, ao analisar existência de correlação das diversas variáveis com o TAS, além de lançar luz quanto à necessidade de novos estudos para esclarecer questões que não puderam ser respondidas pelas limitações metodológicas ou das amostras desta pesquisa, permitiu que se verificasse também a ausência de dados sobre algumas variáveis que não são computadas nas FIME, mas que já procuram ser estudadas por outros autores (i. e., a frequência respiratória e volume inspiratório por min), podendo implicar em sugestões de aperfeiçoamento para o próprio EAF do IMAE.

Como produto final desta pesquisa, seus resultados serão compilados e remetidos por meio de ofício ao Comando de Preparo (COMPREP), órgão diretor responsável pelas políticas, normas e diretrizes doutrinárias de preparação operacional das Unidades Aéreas da FAB, a fim de que possam servir como base teórica de assessoramento para a elaboração de normas de preparo e, em nível mais tático, de avisos operacionais, visando alertar quanto às repercussões da hipóxia sobre o desempenho operacional e estabelecer medidas mitigadoras aperfeiçoadas e mais efetivas para a prevenção da queda de desempenho operacional dos pilotos das diferentes aviações.

REFERÊNCIAS

- ALAGHA, B. et al. **Hypoxia symptoms during altitude training in professional Iranian fighter pilots**. *Air Medical Journal*, v. 31, n. 1, p. 28–32, 2012.
- ARTINO, A. R.; FOLGA, R. V.; SWAN, B. D. **Mask-on hypoxia training for tactical jet aviators: evaluation of an alternate instructional paradigm**. *Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal*, v. 77, n. 8, p. 857–863, 2006.
- ARTINO, A. R.; FOLGA, R. V.; VACCHIANO, C. **Normobaric hypoxia training: the effects of breathing-gas flow rate on symptoms**. *Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal*, v. 80, n. 8, p. 547–552, 2009.
- BLACKER, K. J.; MCHAIL, D. G. **Time course of recovery from acute hypoxia exposure as measured by vigilance and event-related potentials**. *Physiology & Behavior*, v. 239, n. 113508, n.p., 2021.
- BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. **Epidemiologia Básica**. 2ª ed. São Paulo: Livraria Santos, 2010.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-geral do Pessoal. Portaria nº 2.312-T/DCP, de 16 de outubro de 2017. Aprova a reedição do Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), ICA 37-650. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 182, 24 out. 2017.
- CHEE, S. M.; BIGORNA, V. E.; LOGSDON, D. L. **The application of a computerized cognitive screening tool in naval aviators**. *Military Medicine*, v. 186, n. 1, p. 198–204, 2021.
- CHIANG, K.-T. et al. **Analysis of altitude hypoxia training and in-flight hypoxia events among the helicopter aircrews**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 16, p. 8405, 2021a.
- CHIANG, K.-T. et al. **Contributions of hypoxia-awareness training to the familiarization of personal symptoms for occupational safety in the flight environment**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 6, p. 2904, 2021b.
- DAVIS, J. R. et al. **Fundamentals of Aerospace Medicine**. 4ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2008.
- ERNSTING, J. **Mild hypoxia and use of oxygen in flight**. *Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal*, v. 55, n. 5, p. 407–410, 1984.
- HACKWORTH, C. et al. **Altitude training experiences and perspectives: survey of 67 professional pilots**. *Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal*, v. 76, n. 4, p. 392–394, 2005.
- HARDING, R. M.; JOHN MILLS, F. **Problems of altitude, I: hypoxia and hyperventilation**. *British Medical Journal*, v. 286, p. 1408–1410, 1983.


- KUMAR, A. **Hypoxia awareness training and hypoxia signature: an appraisal.** The Polish Journal of Aviation Medicine, Bioengineering and Psychology, v. 25, n. 4, p. 21–26, 2019.
- LEINONEN, A. et al. **Normobaric hypoxia training in military aviation and subsequent hypoxia symptom recognition.** Ergonomics, v. 64, n. 4, p. 545–552, 2021.
- MALLE, C. et al. **Working memory impairment in pilots exposed to acute hypobaric hypoxia.** Aviation, Space and Environmental Medicine Journal, v. 84, n. 8, p. 773–779, 2013.
- MARGOTTO, P. R. **Estatística computacional – uso do SPSS (statistical package for the social science): o essencial.** Escola Superior de Ciências da Saúde, 2012.
- NASSER, N. S. et al. **The objective assessment of the effects on cognition functioning among military personnel exposed to hypobaric-hypoxia: A pilot fMRI study.** Medical Journal of Malaysia, v. 75, n. 1, p. 62–67, 2020.
- NEUHAUS, C.; HINKELBEIN, J. **Cognitive responses to hypobaric hypoxia: implications for aviation training.** Psychology Research and Behavior Management, v. 7, p. 297–302, 2014.
- NISHIMURA, N. et al. **Decreased steady-state cerebral blood flow velocity and altered dynamic cerebral autoregulation during 5-h sustained 15% O₂ hypoxia.** Journal of Applied Physiology, v. 108, n. 5, p. 1154–1161, 2010.
- OLIVEIRA, B. **Coefficientes de correlação.** Disponível em: <https://operdata.com.br/blog/coeficientes-de-correlacao/>. Acesso em: 12 ago. 2021.
- PATRÃO, L. et al. **Flight physiology training experiences and perspectives: survey of 117 pilots.** Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal, v. 94, n. 6, p. 620–624, 2013.
- PEACOCK, C. A. et al. **Pilot physiology, cognition, and flight performance during flight simulation exposed to a 3810 m hypoxic condition.** International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, v. 23, n. 1, p. 44–49, 2017.
- SALIGAUT, C. et al. **Hypobaric hypoxia: central catecholamine levels and cortical PO₂ and avoidance response in rats treated with apomorphine.** Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal, v. 52, n. 3, p. 166–170, 1981.
- SCOW, J.; KRASNO, J. R.; IVY, A. C. **The immediate and accumulative effect on psychomotor performance of exposure to hypoxia, high altitude and hyperventilation.** Journal of Aviation Medicine, v. 21, n. 2, p. 79–81, 1950.
- SMITH, A. **Hypoxia symptoms reported during helicopter operations below 10,000 ft: a retrospective survey.** Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal, v. 76, n. 8, p. 794–798, 2005.
- STEINMAN, Y. et al. **Flight performance during exposure to acute hypobaric hypoxia.** Aerospace Medicine and Human Performance Journal, v. 88, n. 8, p. 760–767, 2017.
- TEMPORAL, W. et al. (Org.) **Medicina Aeroespacial.** Rio de Janeiro: Luzes – Comunicação, Arte & Cultura, 2005.



TRISTAN, L. R. **Hypoxia occurrence in a military aviator below 3048 m.** Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal, v. 88, n. 1, p. 61–64, 2017.

VARIS, N. et al. **Hyperventilation and hypoxia hangover during normobaric hypoxia training in hawk simulator.** Frontiers in Physiology, v. 13, n. 942249, p. 1–8, 2022.

VARIS, N.; PARKKOLA, K. I.; LEINO, T. K. **Hypoxia hangover and flight performance after normobaric hypoxia exposure in a hawk simulator.** Aviation, Space, and Environmental Medicine Journal, v. 90, n. 8, p. 720–724, 2019.

ANEXO A – Modelo de Ficha de Informação Médica

		COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE MEDICINA AEROSPAÇIAL BRIGADEIRO MÉDICO ROBERTO TEIXEIRA		Nº. DO ESTAGIÁRIO	
FICHA DE INFORMAÇÃO MÉDICA - FIME					
FAVOR GRIFAR NOME DE GUERRA, PREENCHENDO COM LETRA DE FORMA E LEGÍVEL ASSINANDO-O AO FINAL.					
Nome:				Tel. Contato:	
Naturalidade:			Nacionalidade:		
Posto/Graduação:			Quadro/Especialidade/Categoria:		
Nº. de Ordem (SARAM, NIP OU FUSEX):			OM/Lotação:		
Inspeção de Saúde (JES) em dia?		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Data de validade: ____/____/____		
Restrições pela Inspeção de Saúde?		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Quais?		
Data Nascimento: ____/____/____	Idade: ____	Altura: ____	Peso: ____	Sexo:	<input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino
Primeiro Voo em Câmara Hipobárica?		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Alimentou-se pela manhã?		Em caso de sim, discriminar alimentos:			
<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim					
Antecedentes de doenças:		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Há quanto tempo ou Quando?		
Hipertensão (Qual medicamento utiliza?)					
Diabetes (Qual medicamento utiliza?)					
Alergia (A que?)					
Dor articular (Onde?)					
Outras dores					
Pneumotorax					
Bronquite					
Labirintite					
Crise convulsiva					
Desmaio					
Anemia					
Cirurgia (Qual?)					
Nos últimos 07 dias apresentou ou realizou?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Quais?	
Resfriado					
Infecção					
Esforço Físico (Corrida, musculação, natação, ciclismo, etc.)					
Trauma articular (Entorse, contusão, luxação, etc.)					
Mergulho (nas últimas 48 horas? Qual profundidade?)					
Fez uso de medicamentos (Antibióticos, vitaminas, analgésicos, anticoncepcional, colírios, anti-inflamatório, descongestionante nasal, etc.)					
Tratamento dermatológico (descreva os produtos utilizados)					
Tratamento dentário em andamento, (bloco, canal, obturação simples, etc.)					
Doação de sangue nas últimas 24 horas					
Outros? (Em caso afirmativo, especifique na última coluna)					
Está usando lentes de contato?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Está em período menstrual?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Suspeita de gravidez?			<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Horas de sono habituais:			E nas últimas 24 horas?		
Ingeriu bebida alcoólica nas últimas 24 horas? () SIM () NÃO			Fumante () SIM () NÃO		
Data do Preenchimento: ____/____/____			Assinatura do Estagiário		
Nome do Registrador			Assinatura do Registrador		
* CAMPO EXCLUSIVO DO MÉDICO DO IMAE PARECER MÉDICO:					

		COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE MEDICINA AEROSPACIAL BRIGADEIRO MÉDICO ROBERTO TEIXEIRA			
FICHA DE ACOMPANHAMENTO DO ESTÁGIO DE ADAPTAÇÃO FISIOLÓGICA - FAEAF					
VOO NA CÂMARA HIPOBÁRICA					
Nº do Voo:					
TAS:	Sat. / FC inicial:	Sat. / FC final:		Sintomas de Hipóxia:	
Efeito Paradoxal do O ₂ :	Teste Hipóxia SIM NÃO		Visão Noturna SIM NÃO		
Ocorrências no Voo:					
VOO DE DESCOMPRESSÃO RÁPIDA					
Nº do Voo de DR:					
Ocorrências na DR:					
EJEÇÃO					
Carga G alcançada:					
Postura inadequada adotada	Movimento de Cabeça	Sim			
		Não			
	Outros	Sim			
		Não			
Observações:					
BARANY					
Reator:	Forte reator:		Assintomático:		
Observações:					
VISÃO NOTURNA					
Realizou Instrução de VN? SIM () NÃO ()					
Observações:					
OBSERVAÇÕES MÉDICAS					

ANEXO B – Ofício nº 33/DEN/12996**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
DIRETORIA DE SAÚDE**

Ofício nº 33/DEN/12996
Protocolo COMAER nº 67430.009560/2020-92

Rio de Janeiro, 16 de dezembro de 2020.

Do Diretor da DIRSA
Aos Comandante da Universidade da Força Aérea, e
Diretora do IMAE

Assunto: Solicitação de Acesso ao Banco de Dados do Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF) do IMAE.

Referência: 1. Of nº 71/PROPGP/10818, do(a) UNIFA ao(à) DIRSA.

1. Trata o presente documento sobre a solicitação do 1º Ten QOMED Gustavo Messias Costa, para acessar os bancos de dados do IMAE.

2. Informo ao Senhor que está autorizado; desde que:

a) o pesquisador e o(a) orientador(a) assinem documento comprometendo-se com a salvaguarda das informações colhidas; e

b) o trabalho tenha sido pré-avaliado por um Comitê de Ética em Pesquisa.

3. Por fim, coloco a disposição, para maiores esclarecimentos, o Chefe da Divisão de Ensino, Cel R1 Thompson, telefone (21)2106-9413.

Maj Brig Med JOSÉ LUIZ RIBEIRO MIGUEL
Dir da DIRSA



Assinado digitalmente por JOSE LUIZ RIBEIRO MIGUEL
ESTE DOCUMENTO DEVE SER AUTENTICADO NO PORTAL <https://adoc.fab.mil.br/adoc>,
informando o código: QWR67RAF.J6XAAEYZ.BOJAO45R.OPWVFYHQ



ANEXO C – Parecer nº 4.751.381, de 2 de junho de 2021

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA
DO GALEÃO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PREVALÊNCIA E TEMPO DE INSTALAÇÃO DO PRIMEIRO SINTOMA DE HIPÓXIA EM PILOTOS DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE VOOS SIMULADOS EM CÂMARA HIPOBÁRICA E ANÁLISE DE UM PREDITOR DE ALERTA SITUACIONAL

Pesquisador: GUSTAVO MESSIAS COSTA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 46212421.4.0000.5250

Instituição Proponente: COMANDO DA AERONAUTICA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.751.381

Apresentação do Projeto:

O presente estudo tem o objetivo de determinar o primeiro sintoma individual de hipóxia (SIH) mais prevalente entre pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB) e o tempo médio de aparecimento (TAS), como elementos de alerta situacional para a prevenção da queda de desempenho durante as operações aéreas. Além disso, pretende verificar se existe relação com variáveis individuais dos pilotos tais como idade, sexo, estatura, massa corporal, tipo de aeronave pilotada, horas de voo acumuladas, experiência prévia de voo simulado em câmara hipobárica, antecedentes de comorbidades, cirurgias e hábito de tabagismo e saturação de oxigênio no momento da experimentação de hipóxia. Por fim, investigar possíveis variações nestes comportamentos fisiológicos ao longo da carreira do militar. Para tanto, analisará no banco de dados do Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira, as Fichas de Informações Médicas de pilotos que realizaram o Estágio de Adaptação Fisiológica. Para análise dos dados será utilizado o programa computadorizado Statistical Package for Social Sciences, versão 23.0 (SPSS Inc. Chicago, EUA). Com base nos resultados, espera-se identificar a prevalência do 1º SIH e o TAS e estabelecer correlações com as demais variáveis, a fim de propor protocolos mais efetivos de prevenção à queda de desempenho operacional nas diversas Unidades Aéreas da FAB.

Critério de Inclusão:

Serão incluídas todas as FIME de pilotos da FAB, independentemente da aviação/perfil de voo

Endereço: Est. do Galeão 4101

Bairro: Ilha do Governador

CEP: 21.941-353

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2468-5154

Fax: (21)2468-5358

E-mail: marcelorollaendo@gmail.com

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA DO GALEÃO



Continuação do Parecer: 4.751.381

simulado, e que tenham efetivamente retirado a máscara de oxigênio na altitude prevista e sido submetidos a hipoxia.

Critério de Exclusão:

Serão excluídas todas as FIME de demais categorias de aeronavegantes sujeitos a realização de EAF (mecânicos, comissários, operadores de comunicação, controladores de tráfego aéreo, paraquedistas, médicos de voo, enfermeiros de voo etc), de aeronavegantes de demais Forças Armadas ou Auxiliares, nacionais ou estrangeiras e de pilotos da FAB que por quaisquer motivações, não tenham sido submetidos a hipoxia (p.e., sido dispensado do voo simulado ou não retirado a máscara de oxigênio a critério médico).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral

O objetivo do presente estudo será determinar primeiro SIH, TAS médio e elementos de alerta situacional de hipóxia hipobárica mais prevalente entre militares da FAB, bem como investigar suas variações ao longo da carreira desses militares.

Objetivos específicos

- . Determinar o SIH mais prevalente entre militares da FAB submetidos a voo simulado em câmara hipobárica no período compreendido entre os anos de 2015 e 2019 (05 anos), a partir de dados contidos em FIME do EAF;
- . Determinar o TAS médio, a partir de dados contidos em FIME do EAF;
- . Comparar o TAS e o TUC médios para as altitudes simuladas;
- . Verificar a diferença média entre TAS e TUC (T) nas altitudes simuladas como tempo de reação para acionamento do equipamento de suporte vital;
- . Determinar a correlação entre o TAS e as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, Unidade Aérea atual (aeronave voada), horas de voo acumuladas, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias, fumante ou não, FC (ao nível do mar e altitude simulada) e Sat O2 (ao nível do mar e altitude simulada);
- . Determinar a correlação entre o 1º SIH e as variáveis idade, sexo, estatura, massa corporal, Unidade Aérea atual (aeronave voada), horas de voo acumuladas, se é o primeiro voo simulado em câmara hipobárica ou não, antecedentes de doenças ou de cirurgias, fumante ou não, FC (ao nível do mar e altitude simulada) e Sat O2 (ao nível do mar e altitude simulada);
- . Propor a emissão de normas de preparo (NOPREP) ou avisos operacionais (AVOP) nas Unidades Aéreas da FAB, a partir das correlações estabelecidas entre o primeiro SIH e o TAS com as demais variáveis, levando em consideração as especificidades operacionais de cada uma dessas Unidades,

Endereço: Est. do Galeão 4101

Bairro: Ilha do Governador

CEP: 21.941-353

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2468-5154

Fax: (21)2468-5358

E-mail: marcelorollaendo@gmail.com

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA DO GALEÃO



Continuação do Parecer: 4.751.381

a fim estabelecer protocolos mais efetivos de prevenção à queda de desempenho operacional;
 . Verificar alterações de desempenho no 1º SIH, TAS, TUC, e suas correlações entre período de 5 anos e entre grupo de militares da FAB submetidos a voo simulado em câmara hipobárica, a partir de dados contidos em FIME do EAF.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos são mínimos, visto que a análise será realizada com dados já coletados em FIME do EAF realizados pelo IMAE.

Benefícios: A determinação do "sintoma individual" mais prevalente entre pilotos da FAB, em nível institucional, poderá implementar políticas ou programas de prevenção à instalação de hipoxia e protocolos de emergência mais assertivos e direcionados a detecção precoce desse sintoma. Além disso, se uma variação ou média para o TAS puder ser determinada, assim como ocorre com o TED/TUC, protocolos de emergência compreendendo a diferença entre esses dois tempos (T) poderão determinar também um tempo de reação mais preciso para reversão da hipoxia e garantir a prontidão e a agilidade necessárias ao piloto diante dessas emergências.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo longitudinal com análise de documentos do Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira (IMAE), da Força Aérea Brasileira (FAB), relativos às informações de pilotos militares da FAB submetidos à experimentação de hipóxia em voo simulado em câmara hipobárica, durante o Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), pelo qual essa população necessita passar a cada 05 anos, conforme regulamentação própria do Comando da Aeronáutica, cujo objetivo é a manutenção operacional e adaptação ao ambiente de voo para os pilotos, além da segurança de voo. Número de participantes da pesquisa 5.000. Data de início da pesquisa 01/09/2021. Data de término da pesquisa 31/01/2022.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Não apresentou o TCLE, apenas a dispensa do Termo.

Recomendações:

Por tratar-se de estudo retrospectivo com consulta a banco de dados, optamos por concordar com a realização da pesquisa.

Por outro lado, sugerimos que a realização dos novos testes de indução da hipóxia pelos pilotos no âmbito do Comando da Aeronáutica seja precedida de prévia autorização dos pilotos. Isto deve

Endereço: Est. do Galeão 4101
 Bairro: Ilha do Governador CEP: 21.941-353
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2468-5154 Fax: (21)2468-5358 E-mail: marcelorollaendo@gmail.com

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA DO GALEÃO



Continuação do Parecer: 4.751.381

Incluir a assinatura pelo piloto de um TCLE onde os mesmos sejam informados claramente de todo o teste, incluindo seus riscos e todos os procedimentos adotados durante o período do teste para evitá-los e/ou minimizá-los.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O autor deve também rever quanto a dispensa do TCLE que foi escrito na Plataforma Brasil. Neste não está solicitado a dispensa. Corrigir.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1717214.pdf	06/04/2021 14:40:54		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativa_de_ausencia.pdf	06/04/2021 14:40:09	GUSTAVO MESSIAS COSTA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoProjeto.pdf	25/03/2021 16:50:09	GUSTAVO MESSIAS COSTA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Prevalencia_e_tempo_de_instalacao_do_primeiro_sintoma_hipoxia_em_pilotos_da_Forca_Aerea_Brasileira_durante_voos_simulados_em_camara_hipobarica_analise_de_um_preditor_de_alerta_situacional.pdf	12/03/2021 23:38:42	GUSTAVO MESSIAS COSTA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Est. do Galeão 4101
 Bairro: Ilha do Governador CEP: 21.941-353
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2468-5154 Fax: (21)2468-5358 E-mail: marcelorollaendo@gmail.com

HOSPITAL DE FORÇA AÉREA
DO GALEÃO



Continuação do Parecer: 4.751.381

RIO DE JANEIRO, 02 de Junho de 2021

Assinado por:
MARCELO ROLLA DE SOUZA
(Coordenador(a))

Endereço: Est. do Galeão 4101
Bairro: Ilha do Governador **CEP:** 21.941-353
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2468-5154 **Fax:** (21)2468-5358 **E-mail:** marcelorollaendo@gmail.com