



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

ANDRÉA FRANCO MOHAMED, Ten Cel Int

**Recordação dos sintomas de hipóxia pelos pilotos de transporte do 1º/1º GT**

Rio de Janeiro  
2021

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

ANDRÉA FRANCO MOHAMED, Ten Cel Int

**Recordação dos sintomas de hipóxia pelos pilotos de transporte do 1º/1º GT**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso Avançado de  
Comando e Estado-Maior da Escola de  
Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.  
Linha de Pesquisa: Operações Militares.  
Orientador: Ten Cel Av Rafael Batista  
Xavier

Rio de Janeiro  
2021

## RESUMO

As elevadas altitudes alcançadas pelas aeronaves podem provocar alterações no organismo humano, em decorrência da redução da pressão atmosférica. Uma delas caracteriza-se pela diminuição de oxigênio na corrente sanguínea dos tripulantes, o que pode induzi-los ao estado de hipóxia e, conseqüentemente, acarretar acidentes aeronáuticos. A fim de habituar os aeronavegantes a essa possibilidade, são realizados diversos treinamentos durante o Estágio de Adaptação Fisiológica, dentre eles a Simulação de Voo em Câmara Hipobárica, que habilita os pilotos a reagir adequadamente em caso de hipóxia durante o voo. Esta pesquisa objetivou identificar em que medida a periodicidade da aplicação do Estágio influencia o reconhecimento posterior dos sintomas de hipóxia por pilotos de transporte. A pesquisa caracteriza-se como descritiva, e os meios técnicos adotados para sua elaboração a definem como bibliográfica, documental e de campo. Foi aplicado um questionário aos pilotos, cujas respostas foram analisadas quantitativamente e à luz de teorias relacionadas ao funcionamento da memória e à retenção do aprendizado. Assim, obtiveram-se informações que permitiram concluir que o prazo de renovação do Estágio exerce influência sobre a capacidade dos pilotos de se lembrar dos sintomas pessoais de hipóxia, pois a correspondência entre os sintomas recordados atualmente e os relatados nas fichas de voo preenchidas no último Estágio apresentou-se maior para intervalos menores de renovação. Essa pesquisa mostra-se relevante para a Força Aérea Brasileira, pois evidencia a necessidade de manutenção da plena capacidade operacional dos seus pilotos, a fim de possibilitar a aplicação segura dos meios aeronáuticos.

**Palavras-chave:** hipóxia; fisiologia; câmara hipobárica; Medicina Aeroespacial.

## **ABSTRACT**

*The high altitudes reached by aircraft can cause changes in the human body, as a result of the reduction in atmospheric pressure. One of them is characterized by the decrease of oxygen in the bloodstream of the crew, which can induce them to a state of hypoxia and lead to aeronautical accidents. In order to accustom the airmen to this possibility, several training sessions are carried out during the Physiological Adaptation Stage, among them the Hypobaric Chamber Flight Simulation, which enables the pilots to react properly in case of hypoxia during the flight. This research aimed to identify to what extent the frequency of application of the Stage influences the subsequent recognition of symptoms of hypoxia by transport pilots. The research is characterized as descriptive, and the technical means adopted define it as bibliographic, documental and field. A questionnaire was applied to the pilots, whose answers were analyzed quantitatively and under theories related to memory functioning and learning retention. Thus, the information obtained led to the conclusion that the Stage renewal period influences the ability of pilots to remember their personal hypoxia symptoms, since the correspondence between the symptoms currently remembered and those reported in the flight forms completed in the Stage most recent was higher for shorter renewal intervals. This research is relevant for the Brazilian Air Force, as it highlights the need to maintain the full operational capacity of its pilots, in order to enable the safe application of aeronautical means.*

**Keywords:** hypoxia; physiology; hypobaric chamber; Aerospace Medicine.

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Comparação entre periodicidade e correspondência de sintomas.....     | 25 |
| Tabela 2 - Comparação entre EAF (cinco anos) e correspondência de sintomas. .... | 26 |
| Tabela 3 - Comparação entre EAF (quatro anos) e correspondência de sintomas....  | 26 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**COMPREP** – Comando de Preparo

**EAF** – Estágio de Adaptação Fisiológica

**FAB** – Força Aérea Brasileira

**GT** – Grupo de Transporte

**IMAE** – Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira

**OE** – Objetivo Específico

**SVCH** – Simulação de Voo em Câmara Hipobárica

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 8  |
| <b>1.1 A fisiologia humana em ambientes de baixa pressão atmosférica</b> ..... | 11 |
| <b>1.2 Principais fisiopatologias provocadas pela atividade aérea</b> .....    | 12 |
| <b>2 METODOLOGIA</b> .....   | 14 |
| <b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....   | 17 |
| <b>3.1 Aspectos intrínsecos da memória</b> .....                               | 17 |
| <b>3.2 Atalhos e erros nos processos cognitivos</b> .....                      | 19 |
| <b>3.3 A dualidade do processo cognitivo</b> .....                             | 21 |
| <b>4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....                 | 24 |
| <b>4.1 Análise quantitativa</b> .....  | 24 |
| <b>4.2 Análise dos resultados à luz dos referenciais teóricos</b> .....        | 27 |
| <b>5 CONCLUSÃO</b> .....   | 30 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 33 |
| <b>APÊNDICE A – Questionário aplicado aos pilotos do 1º/1º GT</b> .....        | 35 |
| <b>APÊNDICE B – Gráficos derivados do questionário</b> .....                   | 39 |
| <b>APÊNDICE C – Parecer de especialista do IMAE</b> .....                      | 41 |
| <b>APÊNDICE D – Cálculos realizados a partir dos dados obtidos</b> .....       | 43 |
| <b>APÊNDICE E – Sugestões dos respondentes</b> .....                           | 44 |

## 1 INTRODUÇÃO

A maioria da população mundial vive em áreas situadas abaixo de 1.000 metros de altitude. Diante de tal realidade, os seres humanos não apresentam capacidade fisiológica adequada para lidar com as condições específicas de pressão e oxigenação existentes em ambientes situados muitos metros acima do nível do mar. Por outro lado, pilotos de aviação, no desempenho de suas atribuições, são expostos a circunstâncias com características diferentes daquelas vivenciadas por indivíduos que exercem suas profissões em solo.

A fim de tornar mais familiar o reconhecimento das reações fisiológicas percebidas durante a atividade aérea, é necessário que faça parte da rotina profissional dos pilotos a realização de treinamentos em equipamentos que reproduzam diversas situações reais, dentre elas, as elevadas altitudes. Na Força Aérea Brasileira (FAB), cabe ao Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira (IMAE) realizar treinamentos fisiológicos para os aeronavegantes civis e militares do país, a fim de manter adequada a sua capacidade operacional.

O Estágio de Adaptação Fisiológica (EAF), realizado no IMAE, consiste na metodologia adotada para cumprir essa atribuição, por meio de uma série de atividades que buscam submeter os aeronavegantes a condições simuladas de situações fisiologicamente adversas, com as quais eles têm possibilidade de lidar eventualmente durante um voo real. O Comando de Preparo (COMPREP) alerta que é obrigatória a realização do EAF por tripulantes de todas as modalidades, sendo condição essencial para que os pilotos integrem o Quadro de Tripulantes (BRASIL, 2021). Durante o EAF são realizados vários treinamentos, como desorientação espacial, uso de equipamento de visão noturna, aceleração em torre de ejeção e Simulação de Voo em Câmara Hipobárica <sup>1</sup> (SVCH).

A SVCH tem o objetivo de possibilitar a identificação individual do sintoma de hipóxia em altitudes que podem chegar a 28.000 pés, conforme o perfil de aviação: caça, helicóptero, transporte ou paraquedista. Esse treinamento é indispensável, pois permite ao piloto conhecer a sua própria reação fisiológica à mudança de pressão atmosférica, por meio de uma simulação de voo em ambiente seguro e controlado.

---

<sup>1</sup> Câmara hipobárica é um equipamento que simula os efeitos da hipóxia no corpo humano. O prefixo *hipo* significa baixo e os sufixos *baro* e *oxia* representam pressão e oxigênio, respectivamente. Assim, a câmara hipobárica disponibiliza um ambiente de treinamento em que a pressão atmosférica é mais baixa e o oxigênio é menos disponível, tal como ocorre em altitudes elevadas (TEMPORAL, 2005).

Tal experiência é imprescindível para o pleno emprego da aviação, pois permite que o piloto reaja imediatamente ao perceber os sintomas de hipóxia durante uma situação de voo real e evite, assim, a ocorrência de acidentes aeronáuticos.

Anteriormente ao ano de 2017, o prazo para renovação do EAF era quatro anos. Como o IMAE possui a única câmara hipobárica do Brasil, foi necessário aumentar esse limite, de forma a viabilizar o atendimento às demandas por esse treinamento. Essa decisão foi tomada com base na *Air Force Instruction 11-403*, da Força Aérea dos Estados Unidos da América, cuja doutrina de treinamento fisiológico permeia os procedimentos adotados pelo IMAE nesse segmento operacional (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2012). A fim de ajustar a disponibilidade de atendimento, em 2007 foi feita uma alteração na ICA 37-650 (Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica), estendendo para cinco anos o intervalo máximo entre os EAF (BRASIL, 2017).

A FAB realiza missões relacionadas à Tarefa de Sustentação ao Combate, delimitadas na DCA 1-1/2020, por meio de Ações de Força Aérea específicas, dentre elas o Transporte Aéreo Logístico (BRASIL, 2020). Uma das aeronaves empregadas no desempenho dessas ações é o C-130 Hércules, pertencente aos Grupos de Transporte (GT) da FAB, como o 1º/1ºGT, o qual é objeto deste estudo.

A capacidade de se reconhecer prontamente do sintoma de hipóxia sentido no EAF, caso haja uma variação inesperada na pressão do ar durante a situação de voo real, pode evitar a ocorrência de eventos potencialmente catastróficos, especialmente quando a missão envolve o transporte de pessoas. A manutenção das condições operacionais dos pilotos do 1º/1º GT é essencial para a segurança dos tripulantes, dos passageiros e dos materiais por eles transportados. Tendo em vista que esse Grupo cumpre a maior parte das missões da atividade de Transporte Aéreo na FAB por meio de voos que alcançam em média 18.000 pés de altitude, seus pilotos são rotineiramente expostos à possibilidade de hipóxia, motivo pelo qual foram selecionados para a presente pesquisa.

O cenário delineado conduz à reflexão acerca do seguinte problema de pesquisa: qual a influência da periodicidade da aplicação do EAF no reconhecimento posterior dos sintomas de hipóxia pelos atuais pilotos de transporte do 1º/1º GT? A adequação entre as variáveis que compõem esse problema de pesquisa é fator essencial para a segurança na condução das Operações Militares, notadamente as

relacionadas à Tarefa de Sustentação ao Combate, constante da DCA 1-1/2020 (BRASIL, 2020).

Em consonância com o problema de pesquisa apresentado, foi estabelecido como Objetivo Geral do presente trabalho identificar em que medida a periodicidade da aplicação do EAF influencia o reconhecimento posterior dos sintomas de hipóxia por pilotos do 1º/1º GT.

O Objetivo Geral acima descrito poderá ser atingido por meio do alcance dos Objetivos Específicos (OE) abaixo indicados:

OE1) Identificar quais são os intervalos de renovação do EAF dos pilotos participantes da pesquisa.

OE2) Identificar se os intervalos de renovação do EAF estão em conformidade com o prazo previsto na ICA 37-650/2017.

OE3) Investigar o nível de percepção individual de retenção do aprendizado acerca dos sintomas de hipóxia apresentados no último treinamento de SVCH.

OE4) Apontar a correspondência entre os sintomas de hipóxia recordados atualmente e os relatados nas fichas de voo preenchidas por ocasião do último EAF.

Diante da alteração efetuada pela ICA 37-650/2017, observa-se a necessidade de verificar a hipótese de que o intervalo de tempo em que os pilotos realizam teste de hipóxia para renovação do EAF interfere na precisão da recordação atual dos sintomas percebidos durante a SVCH realizada no IMAE, por ocasião do último EAF. Para a investigação dessa hipótese, são consideradas as variáveis periodicidade e retenção do aprendizado, relacionadas respectivamente aos intervalos entre os EAF realizados no passado e aos sintomas de hipóxia recordados no momento presente pelos pilotos que foram submetidos ao estudo.

O reconhecimento imediato do sintoma pessoal de baixa oxigenação do sangue durante o voo pode fazer a diferença entre a vida e a morte. Manter ativa a memória dos aeronavegantes acerca das alterações fisiológicas decorrentes da privação de oxigênio no organismo é a principal finalidade da SVCH. Por essa razão, este estudo se mostra relevante, uma vez que a análise dos dados relacionados ao prazo de renovação do EAF e à precisão da recordação atual dos sintomas de hipóxia permitirá demonstrar se o período de cinco anos para renovação do EAF é adequado para a manutenção das condições operacionais dos pilotos de transporte e, conseqüentemente, para o emprego seguro dos meios aeronáuticos.

Para que se possa compreender a interferência do ambiente aeroespacial sobre a saúde humana, é primordial demonstrar de que maneira o ambiente hipobárico interage com a fisiologia dos aeronavegantes, posto que suas atividades são exercidas sob parâmetros diferentes dos limites biológicos humanos naturais.

### **1.1 A fisiologia humana em ambientes de baixa pressão atmosférica**

A redução do oxigênio oferecido aos tecidos pela corrente sanguínea é denominada de hipóxia. Segundo o Temporal (2005), há quatro classificações para essa condição. Uma delas, a hipóxia hipóxica, está associada ao estado fisiológico a que os tripulantes de uma aeronave podem ser submetidos em caso de queda na pressão parcial do oxigênio no ar inspirado, em consequência da baixa pressão atmosférica característica de altitudes elevadas.

A SVCH tem o objetivo de possibilitar a identificação individual dos sintomas de baixa oxigenação corporal em altitudes que podem chegar a 28.000 pés. Durante a realização das simulações, os aeronavegantes são expostos a variações da pressão semelhantes às de voos reais, até que apresentem os desequilíbrios metabólicos característicos do estado de hipóxia e, assim, possam familiarizar-se com essas sensações fisiológicas específicas.

Os números relativos às altitudes alcançadas durante os voos simulados por si só não demonstram o impacto que tais condições causam no corpo humano, motivo pelo qual é importante aprofundar o entendimento de como os gases identificados no organismo se comportam em altitudes elevadas.

Segundo Temporal (2005), os gases intracorporais são subordinados às mesmas leis físicas gerais que regem todos os gases existentes na natureza. O planeta Terra tem sua atmosfera constituída por 78,8% de nitrogênio e 20,95% de oxigênio, de maneira constante, independentemente da altitude acima do nível do mar. O percentual restante da atmosfera (0,25%) é composto por outros gases considerados inexpressivos quanto às suas interações com o corpo humano.

Respirar é uma função humana voluntária e involuntária, repetida mais de 20.000 vezes por dia. Por meio do sistema respiratório, absorve-se oxigênio na inspiração e expele-se dióxido de carbono na expiração, a fim de obter o equilíbrio entre os gases diluídos no organismo. Devido aos efeitos da gravidade, há mais oxigênio disponível na atmosfera ao nível do mar, pois ali a pressão do ar é o dobro

da encontrada a 18.000 pés, por exemplo, o que ajuda a impulsionar o oxigênio para dentro dos alvéolos pulmonares e facilita o processo de respirar (TEMPORAL, 2005). Como já mencionado, a porcentagem de oxigênio contido no ar em qualquer altitude é idêntica à do nível do mar (20,95%), entretanto, a quantidade de ar que os pulmões são capazes de inspirar a 18.000 pés contém metade do oxigênio encontrado ao nível do mar, devido à diferença de pressão atmosférica.

O autor apresenta três leis essenciais para a compreensão dos fenômenos fisiológicos ocorridos no meio aeroespacial: Lei de Boyle-Mariotte, Lei de Dalton e Lei de Henry. A Lei de Dalton recebe destaque na presente pesquisa, pois rege as trocas gasosas realizadas em ambientes hipobáricos. Essa lei prevê que “a pressão de uma mistura de gases é igual à soma das pressões parciais dos gases que a compõem.” (TEMPORAL, 2005, p. 138). Sua relevância consiste em demonstrar que, embora a proporção de oxigênio na atmosfera permaneça a 20,95% em qualquer altitude, a deficiência na oferta desse gás ao organismo em altitudes elevadas (hipóxia) ocorre devido à queda da pressão parcial do oxigênio no ar, em razão direta da queda da pressão atmosférica. A redução na pressão do ar inspirado dificulta as trocas gasosas a nível alveolar, causando deficiência na oxigenação dos tecidos.

Ambientes de baixa pressão atmosférica podem gerar alterações nas funções vitais humanas, caso ocorra alguma falha nos equipamentos. Atingir os melhores índices de segurança nas simulações e nos voos reais, portanto, passa pela necessidade de conhecer as especificidades associadas a essas atividades, dentre elas os problemas fisiológicos observáveis em atmosferas hipobáricas.

## **1.2 Principais fisiopatologias provocadas pela atividade aérea**

O aperfeiçoamento contínuo da tecnologia relacionada ao material aéreo, desde o surgimento dos balões de observação até os contemporâneos veículos espaciais, traz consigo a ampliação das possibilidades de problemas de ordem fisiopatológica para os aeronavegantes. A velocidade, a aceleração, a pressurização, o ruído, as vibrações, a temperatura e as radiações, típicos das atividades aeroespaciais, exigem equipamentos e treinamentos específicos (TEMPORAL, 2005).

A Medicina Convencional percorreu um longo caminho desde a antiguidade e, por muito tempo, teve como objetivo principal tratar e curar pacientes que apresentavam desequilíbrios metabólicos sob parâmetros bem definidos, dentro de

limites suportáveis para a vida humana. Com o advento do avião, em 1906, o homem passou a frequentar ambientes com temperatura, pressão atmosférica e velocidades diferentes das usuais, o que causou efeitos fisiológicos adversos e, conseqüentemente, levou à necessidade da criação de um ramo novo: a Medicina de Aviação. Atualmente, essa vertente é conhecida como Medicina Aeroespacial, que pode ser definida como “a especialidade médica que se ocupa da manutenção ou recuperação do perfeito funcionamento do organismo humano, com vistas ao desempenho de atividade aérea ou espacial.” (TEMPORAL, 2005, p. 19).

Nesse cenário, é esperado que os tripulantes sejam expostos a diversas situações anormais e a condições extremas durante as atividades aéreas, como apresentou Temporal (2005, p. 28): “hipóxia, disbarismos,<sup>2</sup> respiração com equipamento de oxigênio, descompressão, ejeção, ilusões em voo, visão noturna e acelerações”. Conforme o autor, essas fisiopatologias podem ser evitadas ou atenuadas por meio da realização do treinamento fisiológico. Dentre elas, é conveniente destacar as características da hipóxia, uma das alterações mais comuns associadas ao ambiente aeroespacial e foco do problema de pesquisa deste trabalho.

A Lei de Dalton demonstra como ocorre a hipóxia no organismo, em decorrência da dificuldade de efetuar as trocas gasosas em atmosferas que tenham ultrapassado a Zona de Compensação Incompleta, isto é, a partir de 4.500 metros (15.000 pés) acima do nível do mar. Acima dessa altitude, o oxigênio disponível no ar não possui pressão suficiente para adentrar os alvéolos, o que reduz a capacidade cardiorrespiratória, impede a oxigenação adequada do sangue e coloca em risco a vida humana (TEMPORAL, 2005).

Como medida de segurança, Davis *et al.* (2008) recomendam que aeronaves sejam pressurizadas a partir de 10 mil pés, a fim de evitar expor a tripulação a um grau inaceitável de hipóxia. Os autores esclarecem que

[...] os sintomas que alertam para a insuficiência de oxigenação corporal variam de pessoa para pessoa e podem ser comparados aos do alcoolismo moderado: falta de ar, tontura, entorpecimento e sonolência, euforia, fadiga, dor de cabeça, julgamento falho, tontura, memória defeituosa, descoordenação muscular, dormência, deterioração de desempenho, aumento da frequência respiratória, tempo de reação atrasado, formigamento, inconsciência e visão embaçada. (DAVIS *et al.*, 2008, p. 59, tradução nossa).

---

<sup>2</sup> Disbarismos são estados patológicos decorrentes das variações da pressão ambiente, tais como doença da descompressão, barosinusite, barotite, aerodontalgia, dentre outros (TEMPORAL, 2005).

Segundo a *Federal Aviation Administration* (2020), ao se atingir o limite mais baixo aceitável de oxigenação no sangue, ocorre uma brusca mudança fisiológica. Tais alterações, embora repentinas, se manifestam por meio de sintomas predominantemente suaves, como os acima descritos, e podem passar despercebidos por pilotos não treinados em SVCH. A resposta dos indivíduos à hipóxia varia e, a menos que os aeronavegantes tenham passado pelo treinamento específico para reconhecer seus sintomas particulares, a baixa concentração de oxigênio pode não ser fácil de perceber, pois libera sinais sutis ao corpo.

Saber reconhecer os sintomas pessoais de hipóxia é indispensável para a segurança dos tripulantes, pois sua identificação rápida permite evitar acidentes. A neutralização da hipóxia é simples e consiste em baixar a altitude da aeronave imediatamente e respirar oxigênio à concentração de 100% (TEMPORAL, 2005). A iniciativa de tomar essas medidas corretivas, entretanto, está condicionada à capacidade de reconhecer o próprio estado fisiológico alterado. Essa questão é o cerne deste trabalho, cujo Objetivo Geral buscou ser atendido por meio da metodologia a seguir detalhada.

## **2 METODOLOGIA**

O processo metodológico desenvolvido durante a pesquisa foi percorrido mediante a execução das etapas abaixo relatadas, que abrangem a informação dos documentos e obras consultados, a especificação do perfil dos entrevistados que atuaram como colaboradores, assim como a explanação sobre o tratamento dispensado aos dados coletados.

Em conformidade com o Objetivo Geral deste trabalho e com base nos ensinamentos de Vergara (2007), esta pesquisa é classificada, quanto aos fins, como descritiva, pois explora as características de uma amostra populacional e de determinado fenômeno a ela relacionado, obtidas por meio de pesquisa de opinião.

Quanto aos meios técnicos utilizados para a investigação, segundo a mesma autora, a pesquisa é definida como bibliográfica, documental e de campo.

Enquadra-se como bibliográfica porque foi feito um levantamento da literatura relacionada aos estudos do comportamento fisiológico humano em ambientes de baixa pressão atmosférica.

Trata-se também de uma pesquisa documental, tendo em vista que foram analisados documentos pertencentes ao arquivo do IMAE e legislações internas do Comando da Aeronáutica e da Força Aérea dos Estados Unidos da América. A partir da consulta às fichas de voo dos treinamentos realizados no IMAE, foi possível identificar a data de realização das últimas atividades de EAF dos pilotos participantes da pesquisa, de forma a cumprir o OE1. A periodicidade levantada por meio dessa consulta permitiu atingir o OE2, ao viabilizar a verificação da sua conformidade com o prazo de cinco anos estabelecido pela ICA 37-650/2001 para a renovação do EAF (BRASIL, 2017).

A pesquisa é classificada, finalmente, como pesquisa de campo, pois foi aplicado um questionário aos 33 pilotos do 1º/1º GT, permitindo, assim, alcançar o OE3. Obteve-se a participação de 29 respondentes, o que corresponde a 88% do efetivo de pilotos dessa Unidade Aérea. O questionário aplicado classifica-se como semiestruturado (GIL, 2019) e abordou aspectos relacionados à recordação dos sintomas de hipóxia percebidos durante o último treinamento em câmara hipobárica, dentre outras indagações pertinentes à pesquisa (Apêndice A).

O modelo de questionário foi em parte constituído de perguntas fechadas (itens de Likert) com cinco alternativas. Visando à hierarquização das respostas ao final do processo de análise dos dados, foram atribuídos escores a cada alternativa, a fim de permitir o cálculo da escala de Likert desse questionário (VIEIRA, 2009). Além disso, o questionário foi composto por perguntas fechadas contendo alternativas para resposta do tipo sim ou não, algumas delas vinculadas a outras perguntas dependentes, a fim de obter maior detalhamento da informação.

É importante ressaltar que as respostas acerca da recordação atual dos sintomas de hipóxia foram submetidas à análise de especialista do efetivo do IMAE, cuja experiência de cinco anos à frente da Divisão Técnica daquele Instituto confere-lhe a competência exigida para avaliar a equivalência entre os sintomas informados por meio do questionário e os preenchidos na ficha de voo do último EAF, a fim de ratificar se há correspondência entre eles. Tal medida foi adotada com o intuito de suprimir a possibilidade de equívoco quanto a interpretações semânticas, assegurando a cientificidade da pesquisa (Apêndice C).

O universo pesquisado alude aos pilotos da Aviação de Transporte do 1º/1ºGT. Esse Grupo foi escolhido pois cumpre a maior parte das missões da atividade de Transporte Aéreo na FAB, delimitadas na DCA 1-1/2020, por meio de Ações de Força

Aérea específicas, dentre elas o Transporte Aéreo Logístico (BRASIL, 2020). Como os voos realizados por esse GT alcançam em média 18.000 pés de altitude, a sua tripulação opera sob risco de hipóxia que, se não for reconhecida e neutralizada adequadamente, pode resultar em um evento trágico, especialmente se a aeronave conduzir passageiros. A relevância e a vulnerabilidade potencial das missões desempenhadas por esse Grupo, portanto, o levaram a ser selecionado para participar deste trabalho.

Acerca dos critérios limitantes possíveis de interferir nesta pesquisa, o fator tempo evidencia-se como responsável pela participação de apenas uma Unidade Aérea. Na impossibilidade de aplicar o questionário a mais entrevistados, devido à exiguidade do cronograma disponibilizado para a elaboração do trabalho, foram selecionados os pilotos do 1º/1º GT, pelos motivos mencionados.

As informações referentes aos sintomas de hipóxia relatados após o EAF mais recente foram obtidas por meio da consulta às fichas de voo dos treinamentos realizados no IMAE e foram necessárias para efetuar a comparação entre os sintomas relatados no questionário e os realmente ocorridos durante a SVCH, contribuindo para o cumprimento do OE4. Ressalta-se que foi preservado o anonimato dos pilotos que cederam seus dados de voo simulado para esta pesquisa.

Os dados coletados foram organizados e interpretados por meio do programa Excel, o qual permitiu gerar tabelas capazes de proporcionar melhor entendimento e visualização dos resultados alcançados. Em seguida, foi feita a análise quantitativa das informações obtidas, relacionando os resultados encontrados aos quatro OE definidos para este trabalho.

Os percentuais verificados foram também comparados aos referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa, no que tange à teoria da memória presente de Bergson (1999), à teoria das heurísticas e vieses de Tversky e Kahneman (1974) e à teoria do processo dual de Kahneman (2011). Esses autores foram selecionados por serem eminentes em sua área de conhecimento e amplamente citados em estudos acadêmicos relevantes. Suas ideias apresentaram os embasamentos necessários para complementar a compreensão dos resultados obtidos por meio do questionário e da consulta às fichas de voo, dessa vez sob o prisma dos aspectos cognitivos responsáveis por comandar o processamento de informações pela mente humana.

A análise dos dados viabilizou a apresentação da correlação existente entre a periodicidade de realização do EAF e a acurácia da recordação dos sintomas de

hipóxia percebidos durante a SVCH mais recente, o que permitiu responder ao Objetivo Geral da pesquisa, isto é, identificar em que medida a periodicidade da aplicação do EAF influencia o reconhecimento posterior dos sintomas de hipóxia por pilotos 1º/1º GT.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Os principais aspectos teóricos para o embasamento deste estudo trazem para o contexto científico perspectivas relacionadas ao funcionamento da memória e à retenção do aprendizado, aplicáveis ao processo de recordação dos sintomas de hipóxia por pilotos em situação real de voo. Para melhor compreensão, é pertinente inicialmente delimitar algumas ideias acerca das idiosincrasias da memória humana.

#### **3.1 Aspectos intrínsecos da memória**

A concepção de memória corresponde a um conjunto de funções psíquicas que possibilitam conservar certas informações, “graças às quais o homem pode atualizar impressões ou informações passadas, ou que ele representa como passadas.” (LE GOFF, 1996, p. 423). No campo teórico, até o início do século XX, as fundamentações sobre a memória a concebiam como um conjunto de armazenamento de informações inalteradas em um espaço fechado, capazes de serem recuperadas e relidas (DIJCK, 2007).

A teoria de Bergson (1999) faz um contraponto a esse pensamento, ao trazer a reflexão de que o momento presente convoca à ação enquanto o passado é essencialmente impotente. Para ele, a imagem construída a partir de uma lembrança é produto do trabalho criativo do presente. O autor diz que essa imagem mental, comumente associada à recordação, corresponde a ações do nosso cérebro contemporâneo, por meio do qual as sensações do passado são evocadas e filtradas.

Em oposição ao pensamento dominante no século passado, o autor afirma que o cérebro não armazena memórias, mas recria o passado cada vez que se envolve no processo de recordar. Dijck (2007) confirma essa perspectiva, ao reiterar que a memória corporal é quase instantânea e serve como base para a verdadeira memória do passado. A partir desse alicerce, o presente assume seu papel ativo na modelagem da recordação atual, enquanto o passado assiste passivamente às modificações serem desenvolvidas em tempo real.

O pensamento teórico de Bergson (1999) opõe-se, assim, à existência de um reservatório de pura memória, a partir do qual o sujeito deriva suas lembranças. Ao contrário, o autor teoriza que a imagem resultante é uma construção do sujeito presente, cuja imaginação sugere a recordação atual.

Pelo entendimento de Ricoeur (2007), as questões da memória podem ser abordadas segundo dois aspectos fundamentais: a imaginação e o esquecimento. O autor analisa o ato de lembrar como um processo contrário ao esquecimento, como um esforço de resistência. Memória e esquecimento, portanto, são processos duais e ocupam o mesmo eixo, porém em posições opostas e complementares. A existência de uma está condicionada à do outro. A principal razão de existir da memória é nos permitir lembrar para não esquecer.

Imaginação e memória são estreitamente interligadas e derivam-se do mesmo processo celular e neurológico, ou seja, assemelham-se na matéria de que são feitas. A imaginação pode ser reconstrutiva ao memorizar o presente e a memória pode ser criativa na reconstrução do passado. A função da memória individual não é, portanto, simplesmente recriar uma imagem fiel do que já ocorreu, mas formular um mapa mental do passado observado através da lente do presente (DJICK, 2007).

Quanto à sobrevivência das memórias, Bergson (1999, p. 69) afirma que essas imagens passadas se misturam constantemente à nossa percepção do presente:

[...] elas só se conservam para tornarem-se úteis: a todo instante completam a experiência presente enriquecendo-a com a experiência adquirida; e, como esta não cessa de crescer, acabará por recobrir e submergir a outra. (BERGSON, 1999, p. 69).

Transposta para o contexto desta pesquisa, a teoria da memória presente admite que é possível que um piloto, ao conduzir uma aeronave sob efeito de hipóxia, não se recorde dos sintomas exatamente da mesma maneira como foram memorizados quando os sentiu durante o treinamento realizado em câmara hipobárica. Cada vez que se revive uma experiência, a memória acerca dela se refaz de maneira diferente, sob a influência do presente (BERGSON, 1999). Segundo o autor, quanto mais recente for a experiência, menos distorcida tenderá a ser a sua memória. Por essa razão, é necessário que os EAF sejam realizados em intervalos de tempo seguros para a manutenção da memória do sintoma real de hipóxia, minimizando o risco de interferências do presente na percepção das alterações fisiológicas dos pilotos durante voos realizados em eventuais condições hipobáricas.

Ter as percepções alteradas por estímulos do presente é algo intrínseco à natureza humana. Como forma de adaptação a essa realidade, é factível que a mente empregue ferramentas cognitivas involuntárias, como as heurísticas e os vieses.

### **3.2 Atalhos e erros nos processos cognitivos**

O artigo denominado *Julgamento sobre incerteza, heurísticas e vieses*, escrito por Tversky e Kahneman e publicado na revista Science em 1974, é um dos trabalhos em ciência social mais amplamente citados em produções acadêmicas, e sua teoria tem sido aplicada em diversificados campos de atuação, incluindo medicina, direito, inteligência, filosofia, finanças, estatística e estratégia militar (KAHNEMAN, 2011).

Grande parte das nossas impressões e pensamentos derivam da experiência consciente, sem que seja possível rastrear sua origem. Segundo os autores, o trabalho mental que produz impressões, intuições e variadas decisões ocorre de maneira silenciosa em nossa mente. Para conectar as engrenagens desse mecanismo tão discreto quanto complexo, o cérebro humano cria atalhos simplificadores do pensamento intuitivo, os quais são chamados de heurísticas. Elas facilitam o processo de deliberação e escolha e são oportunas em algumas circunstâncias, entretanto, em outras podem induzir os indivíduos a equívocos. Essas falhas, conhecidas como vieses cognitivos, são deturpações dos argumentos dedutivos, provocadas pelo uso de heurísticas para simplificar raciocínios mais complexos (TVERSKY; KAHNEMAN, 1974).

As heurísticas geralmente são muito úteis no processo decisório, porém, em determinadas circunstâncias, conduzem a erros graves de percepção e análise. Assim, as heurísticas são adotadas pelas pessoas na tentativa de encontrar soluções suficientemente boas para seus problemas, diante da necessidade de suprimir as dificuldades decorrentes do efeito da incerteza.

Segundo Kahneman (2011, p. 142), a heurística da disponibilidade é bastante comum e pode ser definida como “o processo de julgar a frequência segundo a facilidade com que as ocorrências vêm à mente”. Por meio desse atalho, a mente humana define a probabilidade de um evento acontecer a partir da facilidade com que se lembra de um evento similar ter acontecido no passado.

A frequência e a probabilidade não são os únicos fatores que afetam essa heurística. Como consequência, confiar na disponibilidade pode levar à ocorrência de

alguns vieses presumíveis. Essas distorções da realidade derivam do julgamento feito a partir de uma ideia mental equivocada (KAHNEMAN, 2011). As heurísticas são adotadas com base nas referências que as pessoas possuem, tais como memória, modelos, estereótipos, valores e dados. Quando essas referências não são corretas, os indivíduos podem apresentar dificuldades de avaliar o valor intrínseco das possíveis opções, gerando vieses cognitivos.

Bazerman e Moore (2014) definem doze vieses que derivam de três diferentes heurísticas. O presente estudo se concentra no viés da recuperabilidade, um dos desvios associados à heurística da disponibilidade. Embora outros vieses também interfiram nos processos de julgamento sob incerteza, essa delimitação mostra-se adequada à melhor compreensão dos mecanismos relacionados à periodicidade de realização do EAF, que corresponde a uma das variáveis desta pesquisa.

Os autores afirmam que a recuperabilidade está relacionada com a facilidade relativa em lembrar fatos, pessoas ou palavras aos quais já se foi apresentado. Além da familiaridade, outros fatores interferem na recuperabilidade dos episódios, como a proeminência. Assim, a percepção da probabilidade de uma casa incendiar é mais influenciada pelo impacto de ter visto uma casa pegando fogo do que pelo fato de ter lido uma notícia sobre um incêndio, por exemplo. Outrossim, Kahneman (2011, p. 452) afirma que “ocorrências recentes tendem a ficar relativamente mais disponíveis do que ocorrências mais antigas”.

Sob o prisma desse viés, verificamos que as lembranças são mais recuperáveis quando a memória é formada por meio de experiências sensoriais, preferencialmente mais recentes. A memória é, portanto, “uma representação no presente de algo ausente, mas que esteve presente efetivamente no passado vivido.” (DUARTE, 2010, p. 5).

Considerando a teoria das heurísticas e vieses cognitivos de Tversky e Kahneman (1974), é possível relacionar a retenção do aprendizado à heurística da disponibilidade, pois a probabilidade de um aeronavegante se recordar de seu sintoma de hipóxia está relacionada à facilidade com que se lembra de um evento semelhante ter acontecido no passado. Por sua vez, a periodicidade de realização do EAF está diretamente relacionada ao viés da recuperabilidade, pois a recenticidade de tal experiência sensorial pode interferir na precisão com que os pilotos se recordam dos sintomas pessoais de hipóxia.

Especificamente quanto à variável retenção do aprendizado, seu embasamento teórico pode ser aprofundado por meio da compreensão dos processos cognitivos que gerenciam os pensamentos intuitivos e racionais.

### **3.3 A dualidade do processo cognitivo**

A retenção do aprendizado encontra fundamentação na teoria do processo dual de Kahneman (2011), a qual considera que a mente humana utiliza dois sistemas cognitivos para o processamento de informações, chamados de Sistema Um e Sistema Dois, sendo o primeiro formado essencialmente pelo pensamento intuitivo e o segundo, pelo pensamento deliberado. Segundo o autor, o Sistema Um funciona automática e velozmente, mediante pequeno ou nenhum esforço e sem controle consciente. Por outro lado, o Sistema Dois destina sua atenção às operações mentais mais trabalhosas, muitas vezes associadas a atividades que requerem cálculo, escolha e concentração.

O processamento originado no Sistema Um é resultado do pensamento automático, proveniente da prática prolongada e da experiência, e permite que o aprendizado fique acondicionado na memória e seja acessado involuntariamente e sem esforço. Esse Sistema suporta boa parte das decisões do dia a dia das pessoas, pois, diante de situações rotineiras, os indivíduos já apresentam um determinado padrão de decisão para eventos comuns e frequentes, mesmo que não seja intencional e consciente.

A busca intuitiva por uma solução espontânea às vezes se frustra, pois nem todas as intuições derivam do domínio de perceber e se adaptar à singularidade de cada situação. Nesses casos, ocorre a transição para uma forma de pensar mais lenta e laboriosa, por meio do acionamento do Sistema Dois.

O Sistema Dois é orientado por operações deliberadas de raciocínio e resulta do tipo de pensamento que requer mais esforço e concentração, sendo caracterizado por ser controlado por regras. Uma das tarefas do Sistema Dois é conter os impulsos do Sistema Um e, assim, minimizar os erros decorrentes das suas ações instintivas.

Esse tipo de trabalho dirigido e ordenado, característico do Sistema Dois, envolve a mente e o corpo dos indivíduos. A concentração leva os músculos a se contraírem, a pressão sanguínea se eleva, os batimentos cardíacos aumentam e as pupilas se dilatam. O corpo retorna ao seu estado fisiológico normal quando a tarefa

é considerada encerrada ou quando se desiste dela, uma vez que não é possível sustentar esse nível de desgaste por muito tempo.

A expressão tantas vezes utilizada em inglês, *pay attention*, cabe bem aqui: você dispõe de um orçamento de atenção limitado para alocar às suas atividades e, se tenta ir além desse orçamento, fracassa. Uma característica das atividades que exigem esforço é que elas interferem umas com as outras, motivo pelo qual é difícil ou impossível conduzir várias delas ao mesmo tempo. Você não consegue calcular o produto de 17 x 24 fazendo uma curva à esquerda no tráfego pesado, e certamente é melhor não tentar. Você pode fazer várias coisas ao mesmo tempo, mas apenas se forem fáceis e pouco exigentes. (KAHNEMAN, 2011, p. 28).

O autor também destaca que a concentração intensa em uma atividade, típica do Sistema Dois, pode tornar os indivíduos desatentos a outros estímulos que geralmente despertam o seu interesse, sem sequer perceber essa desatenção, isto é, “podemos ficar cegos para o óbvio, e também somos cegos para a nossa própria cegueira.” (KAHNEMAN, 2011, p. 29). Atividades muito complexas exigem mais desse Sistema, causando uma sobrecarga que pode gerar falhas na absorção de informações adicionais, especialmente sob pressão de tempo. Esse efeito é chamado pelos especialistas da psicologia de cegueira de percepção (*inattencional blindness*) e é conhecido no meio da aviação como visão de túnel (SOCHACZEWSKI, 2017).

Os estudos concernentes à coordenação de múltiplas tarefas se adequam bem às características da aviação, cujas peculiaridades de operação exigem dos pilotos tomadas de decisão concomitantes ao gerenciamento de inúmeros sistemas e pessoas, às vezes em condições adversas e até mesmo de perigo (ROSARIO, 2013).

O foco concentrado nos indicadores da aeronave, no controle de instrumentos e nos procedimentos de voo revela o funcionamento do Sistema Dois e pode conduzir os pilotos a esse estado de atenção seletiva, que ignora outros aspectos circundantes, tais como a hipóxia. De acordo com a *Federal Aviation Administration* (2020), a privação de oxigênio tem natureza insidiosa, pois não transparece sinais confiáveis no início do estado de hipóxia. Como o cérebro é a primeira parte do corpo a refletir a redução do suprimento de oxigênio, a consequência é justamente a diminuição da capacidade de julgamento. Assim, o ambiente de multitarefas da aeronave e a sutileza com que se manifestam os sintomas de hipóxia concorrem para que eventuais alterações fisiológicas não sejam percebidas com a clareza e a prontidão necessárias pelos pilotos.

A divisão das tarefas cognitivas entre os Sistemas Um e Dois é um mecanismo eficiente, pois otimiza o desempenho de cada um, ao complementar suas deficiências e maximizar seus esforços. Por operar automaticamente, é difícil prevenir os erros decorrentes do processamento do Sistema Um, enquanto o Sistema Dois mostra-se inadequado para as atividades rotineiras por ser muito analítico e, conseqüentemente, lento demais para esse tipo de emprego. Os mecanismos automáticos do Sistema Um produzem padrões de pensamentos singularmente complexos, porém apenas o Sistema Dois, por ser mais lento, é capaz de construir ideias em séries estruturadas de etapas.

Isso demonstra que o acionamento das memórias sedimentadas no Sistema Um é suficiente na maior parte do tempo, porém o Sistema Dois deve ser mobilizado para a adequada tomada de decisão racional em circunstâncias diferentes da normalidade, como, por exemplo, efetuar os procedimentos para neutralização do estado de hipóxia, imediatamente após ser percebido o primeiro sintoma pelo piloto. Essa constatação instintiva de alteração fisiológica, entretanto, está condicionada ao adequado funcionamento do Sistema Um.

A concepção de retenção de aprendizado pode ser correlacionada à ideia de Kahneman (2011) de que as reações automáticas do Sistema Um devem prevalecer na aplicação das capacidades cognitivas, por serem provenientes da prática prolongada e da experiência, devendo ser acionado o Sistema Dois apenas em caso de falhas do primeiro. Dux *et al.* (2009) confirmam essa perspectiva, ao afirmar que a limitação do sistema cognitivo pode ser reduzida por meio de treinamentos. Segundo eles, o cérebro humano, ao executar uma atividade por algum tempo, passa a automatizá-la, adequando-se aos padrões estabelecidos e ajustando-se para cumprir o objetivo de forma eficiente. Os autores reiteram que o treinamento adequado provoca uma mudança no comportamento cerebral: o trabalho realizado pelo córtex pré-frontal, encarregado do raciocínio (Sistema Dois), é transferido para outras áreas do cérebro, responsáveis pela solidificação da memória derivada da experiência (representadas pelo Sistema Um).

O piloto, durante todo o voo, é instado a tomar decisões que influenciam diretamente a segurança e o cumprimento da missão. Assim, o treinamento do EAF se mostra a alternativa ideal para estimular as reações instintivas e sem esforço do Sistema Um, ao promover a retenção adequada do aprendizado nos pilotos e minimizar os riscos associados à necessidade de acionar o analítico Sistema Dois.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Esta seção tem como objetivo apresentar uma análise quantitativa acerca dos dados obtidos por meio da metodologia anteriormente descrita, bem como correlacionar os resultados alcançados às teorias que fundamentam esta pesquisa. O detalhamento dos dados está disponível nos Apêndices, os quais contêm informações complementares relevantes para este estudo.

### **4.1 Análise quantitativa**

As respostas obtidas por meio da consulta às fichas de voo do EAF mais recente realizado pelos pilotos do 1<sup>o</sup>/1<sup>o</sup> GT possibilitou identificar os intervalos de renovação do EAF dos participantes da pesquisa, em atendimento ao OE1. Com a finalidade de permitir a combinação dessa informação com outros dados, atribuiu-se a seguinte nomenclatura para os intervalos de EAF observados: A (inferior a um ano), B (entre 1 e 1,9 ano), C (entre 2 e 2,9 anos), D (entre 3 e 3,9 anos), E (entre 4 e 4,9 anos) e F (superior a 5 anos). Observou-se que as respostas estão bem distribuídas entre os períodos elencados, com ligeira predominância da categoria E, que abarcou 28% dos respondentes (Apêndice D).

Como já mencionado, o intervalo máximo para renovação do EAF é de cinco anos. No tocante ao OE2, o questionário evidenciou que 83% dos pilotos estão com seu EAF em dia, entretanto, como 28% se encontram na categoria E, cuja validade do EAF está próxima de expirar, a redução desse índice mostra-se iminente.

Um dos pontos centrais desta pesquisa reside na identificação do nível de percepção individual de retenção do aprendizado acerca dos sintomas de hipóxia apresentados no último treinamento de SVCH, conforme prescrito pelo OE3. A análise das respostas ao questionário evidenciou que 83% dos respondentes acreditam se recordar dos seus sintomas pessoais de hipóxia (Apêndice B).

A sequência da pesquisa buscou apontar a correspondência entre os sintomas de hipóxia informados no questionário e aqueles relatados nas fichas de voo preenchidas no último EAF. Com o propósito de garantir a cientificidade necessária para a realização desta pesquisa, as respostas obtidas por meio de ambas as fontes foram submetidas ao escrutínio de um especialista pertencente ao efetivo do IMAE (Apêndice C).

É importante lembrar que o principal objetivo da SVCH é permitir ao estagiário do EAF identificar seu sintoma pessoal de hipóxia, para que ele possa prontamente percebê-lo e adotar as medidas neutralizadoras recomendadas (reduzir a altitude da aeronave e respirar oxigênio à concentração de 100%), em caso de alteração nas condições de pressão atmosférica durante um voo real. Isto posto, definiu-se como adequada para atender ao objetivo da SVCH apenas a circunstância em que o respondente se recorda corretamente do sintoma de hipóxia, isto é, o sintoma informado no questionário é correspondente ao relatado na ficha de voo mais recente. Por sua vez, foram consideradas inadequadas e não correspondentes as situações em que o piloto não se recorda do sintoma e aquelas cuja resposta ao questionário difere do sintoma relatado na ficha de voo. Por meio dessa padronização, foi possível evidenciar a correspondência entre os sintomas de hipóxia recordados atualmente e aqueles relatados nas fichas de voo preenchidas por ocasião do último EAF, em alinhamento ao OE4, de acordo com a tabela 1 e o Apêndice D.

**Tabela 1** – Comparação entre periodicidade e correspondência de sintomas.

|                     | A  | B    | C    | D    | E    | F    |
|---------------------|----|------|------|------|------|------|
| Correspondentes     | -- | 50%  | 42%  | 60%  | 50%  | 20%  |
| Não correspondentes | -- | 50%  | 58%  | 40%  | 50%  | 80%  |
| Total               | -- | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

**Fonte:** A autora (2021).

A tabela indica que não houve respondentes na categoria A, logo, não foi considerada nos cálculos realizados nesta análise. A verificação dessa tabela evidencia que a correspondência entre os sintomas descritos atualmente e aqueles relatados no EAF mais recente apresenta-se mais equilibradamente distribuída nas categorias B, C, D e E, enquanto a categoria F destaca-se por apresentar uma não correspondência superior às demais, com percentual de 80%.

O intervalo composto pelas categorias de B a E está contido no período atual de validade do EAF (cinco anos), por conseguinte, obteve-se uma matriz comparativa entre a média do percentual observado nas categorias de B a E e a categoria F, cujos respondentes encontram-se com o EAF vencido. Mais uma vez, percebe-se que há uma distribuição homogênea entre o percentual de correspondência e não correspondência relacionados à média das categorias que se encontram dentro do período de cinco anos para renovação do EAF, conforme evidenciado na tabela 2.

**Tabela 2** - Comparação entre EAF (cinco anos) e correspondência de sintomas.

|                     | Média entre B, C, D e E | F    |
|---------------------|-------------------------|------|
| Correspondentes     | 50,5%                   | 20%  |
| Não correspondentes | 49,5%                   | 80%  |
| Total               | 100%                    | 100% |

**Fonte:** A autora (2021).

Com o intuito de verificar a hipótese de que a redução no intervalo máximo para renovação do EAF influencia nos resultados obtidos, foi feita uma simulação considerando a validade do EAF como sendo de quatro anos. Ressalta-se que esse era o intervalo inicialmente previsto, antes da modificação da ICA 37-650, feita em 2017. Foi calculado, portanto, o índice de correspondências e não correspondências de duas categorias: média do percentual observado nas categorias B, C e D (respondentes com EAF realizados em até quatro anos) e média do percentual observado nas categorias E e F (respondentes com EAF realizados em prazo superior a quatro anos). Novamente observou-se uma distribuição balanceada entre sintomas correspondentes e não correspondentes, dentre os participantes que realizaram o EAF nesse novo intervalo. Por outro lado, destaca-se a redução para 65% no índice de não correspondentes na categoria de EAF realizados fora do período estipulado, conforme destacado na tabela 3.

**Tabela 3** - Comparação entre EAF (quatro anos) e correspondência de sintomas.

|                     | Média entre B, C e D | Média entre E e F |
|---------------------|----------------------|-------------------|
| Correspondentes     | 51%                  | 35%               |
| Não correspondentes | 49%                  | 65%               |
| Total               | 100%                 | 100%              |

**Fonte:** A autora (2021).

Os dados obtidos por meio dessa simulação demonstram que o índice de não correspondência entre os respondentes é de 80% quando se considera o prazo de validade do EAF como cinco anos e de 65% ao reduzi-lo para quatro anos. Tal evidência permite validar a hipótese de que o intervalo de tempo em que os pilotos são submetidos a SVCH para renovação do EAF interfere na precisão da recordação atual dos sintomas individuais de hipóxia.

Diante da análise quantitativa apresentada, esta pesquisa atingiu o Objetivo Geral de identificar em que medida a periodicidade da aplicação do EAF influencia o

reconhecimento posterior dos sintomas de hipóxia por pilotos do 1º/1º GT, respondendo, assim, ao problema de pesquisa.

Outras inferências pertinentes podem ser feitas, ainda, por meio da análise dos dados com base nas teorias abordadas pelos autores antepostos como referenciais teóricos do presente trabalho.

#### **4.2 Análise dos resultados à luz dos referenciais teóricos**

O resultado obtido por meio da consulta às fichas de voo dos respondentes, com o intuito de averiguar a data da sua participação mais recente no EAF, permitiu verificar se os respondentes se encontram com seus EAF válidos e possibilitou traçar uma correlação com o referencial teórico proposto pela teoria da memória presente de Bergson (1999), no tocante à variável da pesquisa relacionada à periodicidade.

A pesquisa demonstrou que 83% dos participantes encontram-se com a validade do EAF em dia, entretanto, verificou-se uma tendência de agravamento desse indicador, tendo em vista que 28% dos respondentes estão na iminência de completar cinco anos desde o último treinamento. Segundo o autor, quanto mais recente for a experiência, menos distorcida tenderá a ser a sua memória, pois, a cada vez que se revive uma experiência, a memória acerca dela se refaz de maneira diferente, sob a influência do presente. Desta forma, é desejável que os prazos para realização do EAF sejam obedecidos, a fim de evitar que um piloto, ao conduzir uma aeronave sob efeito de hipóxia, não seja capaz de se recordar do sintoma exatamente da mesma maneira como foi memorizado quando o sentiu durante a SVCH. Os resultados, portanto, apontam para a existência de risco de interferências de percepções do presente na constatação das alterações fisiológicas dos participantes da pesquisa, devido ao longo tempo decorrido desde o último treinamento.

Ao simular-se um EAF com validade menor do que o atual, por meio da proposição de redução de cinco para quatro anos, observou-se a conseqüente diminuição do índice de não correspondência entre o sintoma relatado no questionário e o informado na ficha de voo, corroborando a teoria da memória presente de Bergson (1999) de que recordações mais recentes tendem a ser menos distorcidas.

Em consonância com o pensamento do autor, destaca-se que 48% dos respondentes discordam total ou parcialmente da afirmação de que o intervalo de cinco anos entre cada EAF é adequado para a manutenção da memória ativa acerca

do seu sintoma pessoal de hipóxia (Apêndice B). É importante clarificar que os participantes consideram cinco anos um decurso temporal excessivo, pois 60% das sugestões apresentadas ao final do questionário mencionam que tal íterim deveria ser reduzido por meio de treinamentos mais frequentes (Apêndice E). Destaca-se que apenas 17% dos respondentes concordam em algum grau que a intermitência atualmente prescrita ocorre dentro de um prazo satisfatório.

As variáveis da pesquisa concernentes à periodicidade do treinamento e à retenção do aprendizado acerca do sintoma de hipóxia relacionam-se também à teoria de heurísticas e vieses de Tversky e Kahneman (1974). É possível associar a retenção do aprendizado à heurística da disponibilidade, cuja premissa sugere que quanto mais rapidamente o indivíduo é capaz de se lembrar de um acontecimento, mais frequente ou provável ele é. Alinhado a esse pensamento, infere-se que a probabilidade de um piloto se lembrar de seu sintoma de hipóxia durante uma situação real de depressurização da aeronave é maior se ele for capaz de se recordar com facilidade de uma experiência similar ocorrida no passado. É importante ressaltar que o contato com o sintoma de hipóxia durante a SVCH é o artifício que torna esse acontecimento frequente e disponível para ser acessado pela memória, o que é comprovado por esta pesquisa, uma vez que 69% dos participantes alegaram somente ter sentido essa alteração fisiológica durante treinamentos do EAF e nunca em voos reais.

A confiança excessiva no atalho criado por essa heurística pode levar à ocorrência de alguns vieses, tais como o da recuperabilidade, que está relacionado à facilidade de recordar fatos, pessoas ou palavras aos quais já se foi apresentado. Sob a perspectiva desse viés, os autores afirmam que as lembranças são mais recuperáveis quando a memória é formada por meio de experiências sensoriais, principalmente se forem mais recentes. As distorções da realidade, abordadas pelos autores, permitem associar o viés de recuperabilidade à variável de periodicidade, uma vez que ter experienciado há muito tempo uma sensação de alteração fisiológica decorrente de hipóxia corrompe a sua lembrança, tornando-a menos recuperável. As ideias Tversky e Kahneman (1974) reforçam, assim, a constatação de que o prazo decorrido desde a última vez em que se vivenciou essa experiência sensorial durante o EAF pode influenciar no desempenho dos pilotos em reter a recordação dos seus sintomas pessoais de hipóxia, o que se reflete na preocupação dos 48% dos participantes que consideram o intervalo de cinco anos excessivo.

Quanto ao nível de percepção individual de retenção do aprendizado decorrente do último treinamento realizado em câmara hipobárica, 83% dos participantes acreditam se recordar dos sintomas de hipóxia percebidos durante o EAF mais recente, tendo 74% respondido estar total ou parcialmente convictos da sua resposta (Apêndice B). A pesquisa evidencia uma contradição, entretanto, pois ficou demonstrado que apenas a metade dos participantes se recorda com acurácia dos sintomas, tanto no cenário de validade do EAF de cinco como no de quatro anos.

Esse desvio no grau de retenção do aprendizado pode ser explicado pela teoria do processo dual de Kahneman (2011), que classifica a cognição da mente humana segundo dois sistemas utilizados para o processamento de informações, chamados de Sistema Um e Sistema Dois. O primeiro é formado essencialmente pelo pensamento intuitivo, automático, veloz e involuntário e o segundo, pelo pensamento deliberado derivado de raciocínios mais laboriosos e compenetrados. O autor defende que as reações instintivas do Sistema Um devem prevalecer na aplicação das capacidades cognitivas por serem mais rápidas, visto que são derivadas da prática prolongada e da experiência. A teoria do processo dual conduz ao entendimento de que se deve estimular o adequado treinamento em câmara hipobárica, pois somente a vivência e a execução repetida podem prover o Sistema Um dos reflexos necessários para atuar instintivamente na percepção imediata do sintoma de hipóxia, deixando o acionamento do Sistema Dois para a retomada mais lenta e racional do controle como medida subsidiária, caso o Sistema Um falhe.

A diferença destacada entre o percentual de participantes que acreditam se lembrar do sintoma pessoal de hipóxia (83%) e os que de fato acertaram a resposta (50,5%) indica que houve falhas na retenção da aprendizagem esperada para o efetivo funcionamento cognitivo automático do Sistema Um. Corroborando ainda a teoria do processo dual, no tocante à imprescindibilidade de prática e experiência para o pleno funcionamento desse Sistema prioritário, reforça-se a percepção já mencionada dos 60% de participantes que sugeriram a realização de treinamentos mais frequentes como possível solução para a mitigação dessa diferença.

A teoria do processo dual também reflete a percepção dos respondentes acerca da efetividade do EAF como ferramenta para memorização dos sintomas pessoais de hipóxia, aptidão relacionada à retenção do aprendizado. Aos 31% dos pilotos que relataram já ter passado por experiência de baixa oxigenação em voo real, foi perguntado se acreditam que o treinamento simulado no EAF contribuiu para que se

recordassem dos sintomas pessoais de hipóxia, a ponto de lhes permitir reagir adequadamente durante tal situação. Para esse questionamento, 67% dos pilotos responderam que concordam em algum grau com a adequabilidade da SVCH como ferramenta para esse fim, o que reforça a teoria de Kahneman (2011), no tocante à importância do EAF para a automatização nos pilotos dos reflexos necessários para reagir a essa alteração fisiológica.

A percepção apresentada pelos respondentes que já vivenciaram alguma situação real de hipóxia vincula-se, portanto, à teoria do processo dual, visto que valida o entendimento do autor quanto ao treinamento se mostrar o melhor recurso para promover as reações automatizadas do Sistema Um, ao viabilizar a retenção adequada do aprendizado nos pilotos. Como já mencionado, o autor afirma que a dependência do raciocínio para executar alguma atividade está associada ao Sistema Dois e conduz a resultados menos eficientes, em comparação a uma situação em que ocorre a mecanização por meio de treinamento específico. Assim, a simulação em câmara hipobárica estimula a consolidação da reação sem esforço do Sistema Um, reduzindo os riscos associados à necessidade de acionamento do Sistema Dois como alternativa para o reconhecimento do sintoma de hipóxia, em um contexto de despressurização da aeronave em voo real.

## **5 CONCLUSÃO**

O advento do avião levou a humanidade a expandir sua atuação para camadas mais elevadas da atmosfera. Incorporar a terceira dimensão ao contexto da mobilidade gerou novas demandas para a ciência e para a medicina, uma vez que o organismo humano não dispõe de regulações naturais para sobreviver nas condições de temperatura e pressão encontradas muitos metros acima do nível do mar.

O uso profissional do avião para cumprir as Tarefas e Ações atribuídas à FAB exige que as condições operacionais do seu Quadro de Tripulantes estejam permanentemente atualizadas. Uma das formas de aferir esse requisito é cumprir o prazo de cinco anos para a renovação do EAF no IMAE, com ênfase no teste de hipóxia realizado durante a atividade de SVCH.

Cada aeronavegante deve conhecer seu sintoma pessoal de hipóxia e ser capaz de recordá-lo com precisão, a fim de iniciar os procedimentos para sua neutralização imediatamente ao perceber sua incidência, em casos eventuais de

redução na pressão atmosférica da cabine durante o voo e, assim, evitar acidentes aeronáuticos.

O aumento do intervalo para renovação do EAF de quatro para cinco anos, efetivado em 2017, estimulou o interesse em verificar a hipótese de que o tempo transcorrido entre os EAF interfere na precisão da recordação atual dos pilotos acerca dos seus sintomas pessoais de hipóxia.

O 1º/1º GT foi a Unidade Aérea selecionada como amostra para esta pesquisa, pois realiza missões de Transporte Aéreo que atingem em média 18.000 pés de altitude, expondo seus pilotos à possibilidade de lidar com situação de hipóxia durante o voo. Além disso, a maioria das suas missões envolve o transporte de passageiros, o que torna imprescindível a manutenção das condições operacionais da tripulação, de forma a minimizar os riscos inerentes à atividade aérea.

A sequência metodológica proposta baseou-se em pesquisas bibliográficas, documentais e de campo. A pesquisa de campo constituiu-se de um questionário, aplicado a 29 pilotos pertencentes ao 1º/1º GT. As respostas obtidas por meio desse instrumento, o levantamento de informações constantes das fichas de voo dos respondentes e a pesquisa na literatura nacional e internacional acerca de temas relacionados à Medicina Aeroespacial permitiram atingir os objetivos específicos propostos para este trabalho.

A análise dos dados obtidos por meio do questionário e da consulta às fichas de voo foi realizada também à luz dos referenciais teóricos, de forma a complementar a compreensão de como os mecanismos de memória e aprendizado se relacionam com a recordação dos sintomas de hipóxia por parte dos pilotos do 1º/1º GT. Os dados foram comparados à teoria da memória presente de Bergson (1999), à teoria do processo dual de Kahneman (2011) e à teoria das heurísticas e vieses de Tversky e Kahneman (1974). As ideias desses autores acerca dos aspectos cognitivos que comandam o processamento de informações pela mente humana corroboraram os resultados obtidos nesta pesquisa, no tocante à influência do tempo na distorção das memórias, à necessidade de treinamento para manutenção das respostas automáticas do Sistema Um e à formação da heurística da disponibilidade e do viés da recuperabilidade nos pilotos, em decorrência da experiência de hipóxia vivenciada durante os treinamentos de SVCH.

No que se refere aos critérios limitantes desta pesquisa, a exiguidade do tempo para a elaboração deste trabalho evidenciou-se como responsável pela restrição da

amostra para apenas uma Unidade Aérea, o que impossibilitou a aplicação do questionário a mais entrevistados.

Com o intuito de possibilitar a investigação da hipótese proposta, foi feita uma comparação entre o percentual de não correspondência dos sintomas de hipóxia verificados em dois intervalos de EAF (cinco e quatro anos). Os resultados apresentados demonstraram que o índice de não correspondência entre os respondentes foi de 80% quando se considerou o prazo de validade do EAF como cinco anos e de 65% ao reduzi-lo para quatro anos. Essa atenuação da margem de não correspondência, que acompanhou a redução no prazo para renovação do EAF, permitiu validar a hipótese de que o intervalo de tempo em que os pilotos são submetidos à SVCH interfere na precisão da recordação atual dos seus sintomas individuais de hipóxia.

A análise dos dados obtidos por meio desta pesquisa viabilizou a apresentação da correlação existente entre a periodicidade de realização do EAF e a acurácia da recordação dos sintomas de hipóxia percebidos durante a SVCH mais recente, o que permitiu responder ao Objetivo Geral da pesquisa, isto é, identificar em que medida a periodicidade da aplicação do EAF influencia o reconhecimento posterior dos sintomas de hipóxia por pilotos 1º/1º GT. Desta forma, conclui-se que intervalo de tempo menor entre os treinamentos proporciona maior precisão na recordação dos sintomas de hipóxia.

Diante dos resultados apresentados, destaca-se que a relevância deste estudo para a FAB consiste em evidenciar a necessidade de manter a estrutura de treinamento fisiológico existente no IMAE em condições de atender à demanda para realização do EAF dentro de um prazo adequado, especialmente no tocante à SVCH, de forma a viabilizar a manutenção da operacionalidade dos aeronavegantes e, conseqüentemente, promover o emprego seguro dos meios aeronáuticos.

Não obstante a limitação temporal mencionada, este trabalho oferece subsídios para futuras pesquisas acerca do tema, logo, propõe-se a aplicação desta metodologia de pesquisa a outros grupos e perfis de voo diferentes, como sugestão para ampliar o universo de estudo.

## REFERÊNCIAS

BAZERMAN, M. H.; MOORE, D. **Processo Decisório**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

BERGSON, H. **Matéria e memória**: ensaio sobre a relação do corpo com o espírito. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. Portaria COMPREP n. 92/COMPREP, de 17 de abril de 2021. Aprova a reedição da Coletânea de Normas do Comando de Preparo sobre Administração e altera a NOPREP/SGV/14 - Estágio de Adaptação Fisiológica, óculos de visão noturna e UTEPAS. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, RJ, n. 85, f. 5282, 10 maio 2021.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral do Pessoal. Portaria COMGEP n. 2.312-T/DCP, de 16 de outubro de 2017. Aprova a reedição do Currículo Mínimo do Estágio de Adaptação Fisiológica (ICA 37-650). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, RJ, n. 182, f. 11269, 24 out. 2017.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria n. 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a edição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira – Volume 2 (DCA 1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, RJ, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020.

DAVIS, J. R. *et al.* **Fundamentals of aerospace medicine**. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, 2008.

DIJCK, J. **Mediated Memories in the Digital Age**. Stanford: Stanford University Press, 2007.

DUARTE, M. S. **Foucault e Ricoeur**: duas visões acerca da relação entre memória e história. Ouro Preto: UFOP, 2010.

DUX, P. E. *et al.* Training improves multitasking performance by increasing the speed of information processing in human prefrontal cortex. **Jornal Neuron**, v. 63, n. 1, p. 127-138, 16 jul. 2009.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of the Air Force. **Air Force Instruction**. AFI 11-403. Washington, 2012.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Hypoxia**: the higher you fly...the less air in the sky. Oklahoma City: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

KAHNEMAN, D. **Rápido e devagar**: duas formas de pensar. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.

LE GOFF, J. **História e memória**. 5. ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

RICOEUR, P. **A memória, a história, o esquecimento**. Campinas: UNICAMP, 2007.

ROSARIO, F. N. **O sistema RWR e a tomada de decisão em missões de combate BVR**. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2013.

SOCHACZEWSKI, A. G. Ciência e arte operacional: uma perspectiva sobre o design. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 131 - 156, jan./abr. 2017.

TEMPORAL, W. **Medicina Aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes, 2005.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. Judgment Under Uncertainty, Heuristics and Biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. **Science Magazine**, Washington, DC, v. 185, 27 set. 1974.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de Pesquisa em Administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

**APÊNDICE A – Questionário aplicado aos pilotos do 1º/1º GT**

| <b>Pergunta 1</b>   |   |
|---|---|
| Você autoriza a utilização das informações prestadas por meio deste questionário para composição da mencionada pesquisa científica? |   |
| <b>Finalidade</b>   | Validar a utilização das informações fornecidas.  |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | Não se aplica.  |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Não se aplica.  |
| <b>Referencial teórico</b>  | Não se aplica.  |
| <b>Pergunta 2</b>   |   |
| Quantas vezes você participou do EAF no IMAE e em qual Organização Militar estava alocado nessa(s) ocasião(ões)?                    |   |
| <b>Finalidade</b>   | Facilitar a localização das fichas de voo no acervo do IMAE, tendo em vista que nem todos os pilotos atuais do 1º/1º GT já pertenciam a essa Organização Militar por ocasião da realização do EAF.                          |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | Não se aplica.  |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Não se aplica.  |
| <b>Referencial teórico</b>  | Não se aplica.  |
| <b>Pergunta 3</b>   |   |
| Em que ano ocorreu sua participação mais recente no EAF?  |   |
| <b>Finalidade</b>   | Verificar se o tempo decorrido após a realização do EAF é maior, igual ou menor a cinco anos (prazo máximo previsto para sua renovação).  |
| <b>Objetivos relacionados</b>   | OE1 (identificar quais são os intervalos de renovação do EAF dos pilotos participantes da pesquisa) e OE2 (identificar se os intervalos de renovação do EAF estão em conformidade com o prazo previsto na ICA 37-650/2017). |

|   |  |
|---|--|
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Periodicidade.   |
| <b>Referencial teórico</b>  | Teoria da memória presente de Bergson.   |
| <b>Pergunta 4</b>   |  |
| Você se recorda do(s) sintoma(s) de hipóxia percebido(s) durante o EAF mais recente?  |  |
| <b>Finalidade</b>   | Verificar o percentual dos participantes que se recorda dos sintomas pessoais de hipóxia.  |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | OE3 (investigar o nível de percepção individual de retenção do aprendizado acerca dos sintomas de hipóxia apresentados no último treinamento de SVCH).           |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Retenção do aprendizado.   |
| <b>Referencial teórico</b>  | Teoria do processo dual de Kahneman.   |
| <b>Pergunta 5</b>   |  |
| Em caso de resposta afirmativa na pergunta n° 4, informe qual(is) sintoma(s) percebeu naquela ocasião.  |  |
| <b>Finalidade</b>   | Verificar a acurácia entre as informações dos sintomas recordados atualmente pelos pilotos participantes e os sintomas relatados nas fichas de voo mais recente. |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | OE4 (apontar a correspondência entre os sintomas de hipóxia recordados atualmente e aqueles relatados nas fichas de voo preenchidas por ocasião do último EAF).  |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Retenção do aprendizado.   |
| <b>Referencial teórico</b>  | Teoria de heurísticas e vieses de Tversky e Kahneman.  |
| <b>Pergunta 6</b>   |  |
| Em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa "completamente hesitante" e 5 representa "completamente convicto", qual foi o grau de confiança sentido ao responder à pergunta n° 5? |  |

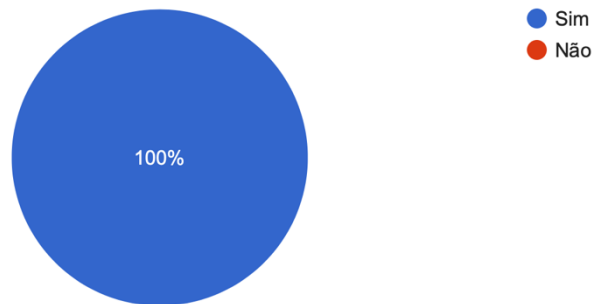
|   |  |
|---|--|
| <b>Finalidade</b>   | Identificar as percepções dos respondentes quanto à clareza na recordação dos sintomas pessoais de hipóxia.  |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | OE3 (investigar o nível de percepção individual de retenção do aprendizado acerca dos sintomas de hipóxia apresentados no último treinamento de SVCH). |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Periodicidade e retenção do aprendizado.   |
| <b>Referencial teórico</b>  | Teoria de heurísticas e vieses de Tversky e Kahneman.  |
| <b>Pergunta 7</b>   |  |
| Em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa “discordo completamente” e 5 representa “concordo completamente”, como você percebe a seguinte afirmação: "o intervalo de cinco anos entre cada EAF é adequado para a manutenção da memória ativa acerca do(s) meu(s) sintoma(s) pessoal(is) de hipóxia”. |  |
| <b>Finalidade</b>   | Identificar as percepções dos respondentes acerca da adequação do intervalo atual de aplicação do EAF.   |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | OE1 (identificar quais são os intervalos de renovação do EAF dos pilotos participantes da pesquisa).   |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Periodicidade.   |
| <b>Referencial teórico</b>  | Teoria da memória presente de Bergson.   |
| <b>Pergunta 8</b>   |  |
| Você já passou por alguma experiência real de hipóxia durante o voo?  |  |
| <b>Finalidade</b>   | Trata-se de uma pergunta preliminar, para permitir o aprofundamento da resposta na pergunta nº 9.  |
| <b>Objetivo relacionado</b>   | Não se aplica.   |
| <b>Variável da pesquisa</b>   | Não se aplica.   |
| <b>Referencial teórico</b>  | Não se aplica.   |

| <b>Pergunta 9</b>  |  |
|--|--|
| Em caso de resposta afirmativa na pergunta n° 8, em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa “discordo completamente” e 5 representa “concordo completamente”, como você percebe a seguinte afirmação: “o treinamento simulado no EAF contribuiu para que eu me recordasse do(s) meu(s) sintoma(s) pessoal(is) de hipóxia e pudesse reagir adequadamente durante a situação de baixa oxigenação vivenciada em voo real”. |  |
| <b>Finalidade</b>  | Verificar a percepção dos respondentes acerca da efetividade do EAF como ferramenta para memorização dos sintomas pessoais de hipóxia.                 |
| <b>Objetivo relacionado</b>  | OE3 (investigar o nível de percepção individual de retenção do aprendizado acerca dos sintomas de hipóxia apresentados no último treinamento de SVCH). |
| <b>Variável da pesquisa</b>  | Retenção do aprendizado.   |
| <b>Referencial teórico</b>   | Teoria do processo dual de Kahneman.   |
| <b>Pergunta 10</b>   |  |
| Você tem alguma sugestão de procedimento que possa ser adotado para aprimorar a fixação da memória do(s) sintoma(s) pessoal(is) de hipóxia dos aeronavegantes da FAB?  |  |
| <b>Finalidade</b>  | Obter informações adicionais relacionadas ao tema.   |
| <b>Objetivo relacionado</b>  | Não se aplica.   |
| <b>Variável da pesquisa</b>  | Não se aplica.   |
| <b>Referencial teórico</b>   | Não se aplica.   |

## APÊNDICE B – Gráficos derivados do questionário

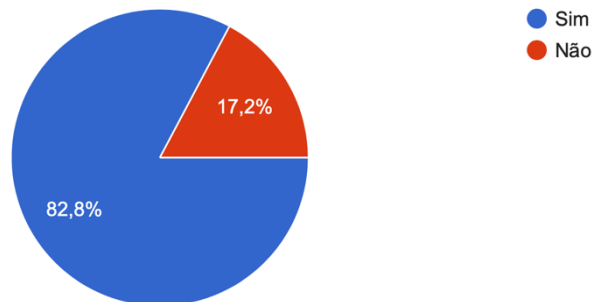
1) Você autoriza a utilização das informações prestadas por meio deste questionário para composição da mencionada pesquisa científica?

29 respostas



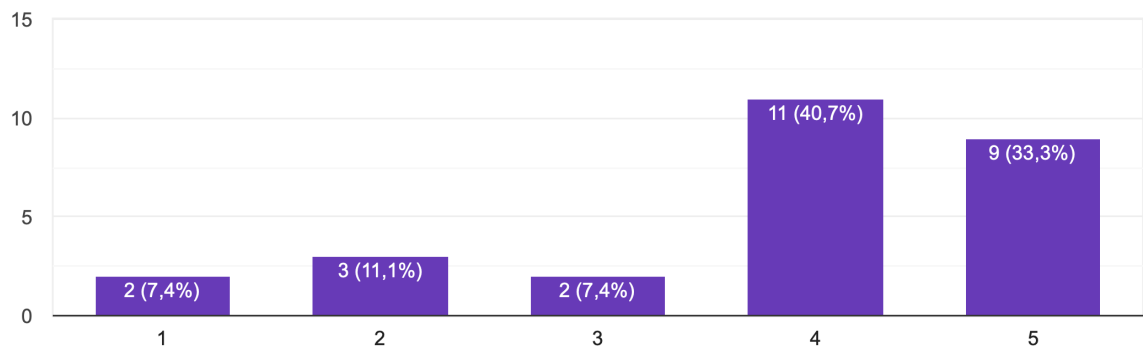
4) Você se recorda do(s) sintoma(s) de hipóxia percebido(s) durante o EAF mais recente?

29 respostas



6) Em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa "completamente hesitante" e 5 representa "completamente convicto", qual foi o grau de confiança sentido ao responder a Pergunta n° 5?

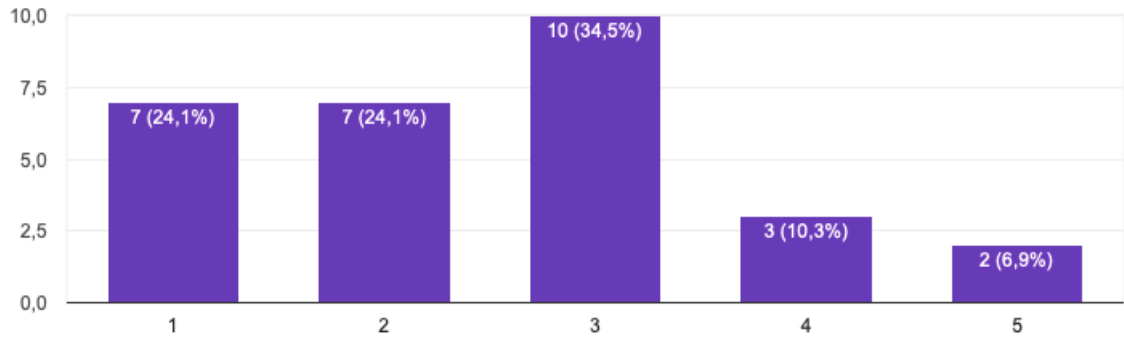
27 respostas



7) Em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa “discordo completamente” e 5 representa “concordo completamente”, como você percebe a seguinte afirmação: “o intervalo de cinco anos entre cada EAF é adequado para a manutenção da memória ativa acerca do(s) meu(s) sintoma(s) pessoal(is) de hipóxia”.

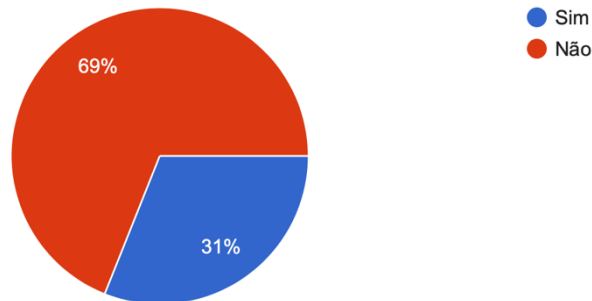


29 respostas



8) Você já passou por alguma experiência real de hipóxia durante o voo?

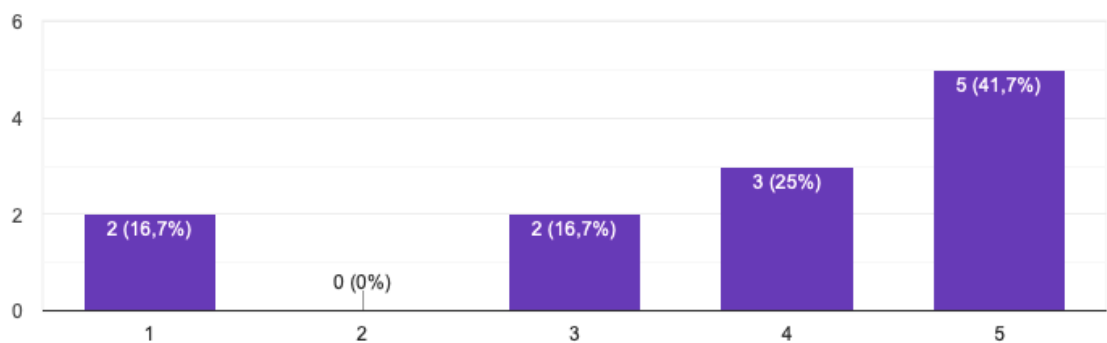
29 respostas



9) Em caso de resposta afirmativa na Pergunta nº 8, em uma escala de 1 a 5, em que 1 representa “discordo completamente” e 5 representa “concordo completamente”, como você percebe a seguinte afirmação: “o treinamento simulado no EAF contribuiu para que eu me recordasse do(s) meu(s) sintoma(s) pessoal(is) de hipóxia e pudesse reagir adequadamente durante a situação de baixa oxigenação vivenciada em voo real”.



12 respostas



**APÊNDICE C – Parecer de especialista do IMAE**

| <b>Sintomas de hipóxia</b>                        |  | <b>Parecer de especialista do IMAE</b> |  |
|---|--|--|--|
| Sintomas informados no questionário               | Sintomas informados na ficha de voo do EAF | Há correspondência entre os sintomas   | Não há correspondência entre os sintomas |
| Dedos dormentes                                   | Formigamento nas mãos                      | X                                      |  |
| Tontura   | Tontura                                    | X                                      |  |
| Visão começa a escurecer e dor de cabeça          | Visão de túnel                             | X                                      |  |
| Mãos formigando                                   | Formigamento                               | X                                      |  |
| Diminuição do campo de visão                      | Visão escura                               | X                                      |  |
| Ponta dos dedos roxas, formigamento e taquicardia | Visão de túnel                             |  | X  |
| Lentidão e formigamento                           | Euforia                                    |  | X  |
| Formigamento nos dedos                            | Formigamento nas mãos                      | X                                      |  |
| Taquicardia e respiração acelerada                | Formigamento                               |  | X  |
| Aumento pressão no tórax                          | Pressão no peito                           | X                                      |  |
| Visão de túnel e formigamento nas mãos            | Calor                                      |  | X  |
| Formigamento na mão e visão de túnel              | Raciocínio lento                           |  | X  |
| Dor de cabeça e confusão mental                   | Tontura                                    |  | X  |
| Falta de atenção                                  | Letargia                                   | X                                      |  |
| Escurecimento da Visão                            | Perda da consciência                       | X                                      |  |

|  |                 |            |            |
|--|-----------------|------------|------------|
| Formigamento   | Tontura         |            | X          |
| Visão escura, sono e dor de cabeça                             | Sonolência      | X          |            |
| Moleza no corpo, frio na ponta dos (?)                         | Frio            | X          |            |
| Raciocínio lento, sonolência                                   | Visão em túnel  |            | X          |
| Dificuldade de raciocínio, visão de túnel e sono               | Vertigem        |            | X          |
| Confusão mental  | Confusão mental | X          |            |
| Formigamento das mãos  | Visão turva     |            | X          |
| Euforia e taquicardia  | Taquicardia     | X          |            |
| Visão de túnel   | Mal-estar       |            | X          |
| Não informado  | Frio            |            | X          |
| Não informado  | Visão de túnel  |            | X          |
| Não informado  | Visão escura    |            | X          |
| Não informado  | Cansaço         |            | X          |
| Não informado  | Lentidão        |            | X          |
| <b>TOTAL de respondentes</b>                                   |                 | <b>13</b>  | <b>16</b>  |
| <b>% de correspondência e não correspondência dos sintomas</b> |                 | <b>45%</b> | <b>55%</b> |

## APÊNDICE D – Cálculos realizados a partir dos dados obtidos

| Categorias   |                    | N° de respondentes | % de respondentes | % total     | Média                    |   | Renovação do EAF |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------------------|---|------------------|
|              |                    |                    |                   |             | Sintomas correspondentes | Sintomas não correspondentes + respondentes não se lembram dos sintomas |                  |
| A            | inferior a 1 ano   | 0                  | 0%                | 83%         | 50,50%                   | 49,50%  | até 5 anos       |
| B            | entre 1 e 1,9 ano  | 4                  | 14%               |             |                          |   |                  |
| C            | entre 2 e 2,9 anos | 7                  | 24%               |             |                          |   |                  |
| D            | entre 3 e 3,9 anos | 5                  | 17%               |             |                          |   |                  |
| E            | entre 4 e 4,9 anos | 8                  | 28%               |             |                          |   |                  |
| F            | acima de 5 anos    | 5                  | 17%               | 17%         | 20%                      | 80%   | após 5 anos      |
| <b>TOTAL</b> |                    | <b>29</b>          | <b>100%</b>       | <b>100%</b> |                          |   |                  |

| Categorias   |                    | N° de respondentes | % de respondentes | % total     | Média                    |   | Renovação do EAF |
|--------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------------------|---|------------------|
|              |                    |                    |                   |             | Sintomas correspondentes | Sintomas não correspondentes + respondentes não se lembram dos sintomas |                  |
| A            | inferior a 1 ano   | 0                  | 0%                | 55%         | 51%                      | 49%   | até 4 anos       |
| B            | entre 1 e 1,9 ano  | 4                  | 14%               |             |                          |   |                  |
| C            | entre 2 e 2,9 anos | 7                  | 24%               |             |                          |   |                  |
| D            | entre 3 e 3,9 anos | 5                  | 17%               |             |                          |   |                  |
| E            | entre 4 e 4,9 anos | 8                  | 28%               | 45%         | 35%                      | 65%   | após 4 anos      |
| F            | acima de 5 anos    | 5                  | 17%               |             |                          |   |                  |
| <b>TOTAL</b> |                    | <b>29</b>          | <b>100%</b>       | <b>100%</b> |                          |   |                  |

| Categorias                   |                    | Sintomas correspondentes |                   | Sintomas não correspondentes + respondentes não se lembram dos sintomas |                   | TOTAL            |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|---|-------------------|------------------|
|                              |                    | N° de respondentes       | % de respondentes | N° de respondentes  | % de respondentes |                  |
| A                            | inferior a 1 ano   | --                       | --                | --  | --                | --               |
| B                            | entre 1 e 1,9 ano  | 2                        | 50%               | 2   | 50%               | 100%             |
| C                            | entre 2 e 2,9 anos | 3                        | 42%               | 4   | 58%               | 100%             |
| D                            | entre 3 e 3,9 anos | 3                        | 60%               | 2   | 40%               | 100%             |
| E                            | entre 4 e 4,9 anos | 4                        | 50%               | 4   | 50%               | 100%             |
| F                            | acima de 5 anos    | 1                        | 20%               | 4   | 80%               | 100%             |
| <b>Respondentes (n° e %)</b> |                    | <b>13 (45%)</b>          |                   | <b>16 (55%)</b>   |                   | <b>29 (100%)</b> |

### APÊNDICE E – Sugestões dos respondentes

|  |
|--|
| Pergunta 10) Você tem alguma sugestão de procedimento que possa ser adotado para aprimorar a fixação da memória do(s) sintoma(s) pessoal(is) de hipóxia dos aeronavegantes da FAB?   |
| Na ocasião em que tive hipóxia em voo real, durante missão de <i>slop</i> , senti taquicardia, e até começar a passar mal, não senti os sintomas que me lembrava no treinamento. Ou seja, acredito que mais oportunidades de treinamento poderiam me fazer reconhecer uma gama maior de sintomas.  |
| A redução no intervalo entre os Estágios de Adaptação Fisiológica (EAF) para três anos ou até mesmo dois anos, como já é praticado para simulador de voo, ajudaria a fixar o entendimento dos sintomas de hipóxia.   |
| Um e-mail Zimbra encaminhado pelo IMAE, com um <i>feedback</i> do último EAF.  |
| Que o estágio seja feito com intervalos menores.   |
| Aulas ou palestras sobre o assunto seriam um paliativo, mas claro que a frequência do EAF é de fato o mais essencial. No esquadrão basicamente temos contato com esse tipo de assunto quando realizamos manobras de salto livre com PARA-SAR ou EB. Mas apenas uma pequena parcela do QT tem contato, pois normalmente essas manobras deslocam poucos tripulantes devido às características dessa missão. Além disso, essas manobras ocorrem no máximo duas vezes ao ano, o que torna o assunto bem raro de ser debatido no esquadrão. |
| Treinamentos em intervalos menores. Sugiro a cada dois anos.   |
| Além da hipóxia, considerarei muito importante relembrar no EAF os detalhes do voo noturno.  |
| Manutenção adequada na câmara hipobárica e redução do intervalo para três anos entre renovações.   |
| O ideal seria realizar em um intervalo menor que cinco anos.   |
| Diminuição do tempo mínimo para realização do EAF.   |

|  |
|--|
| Fazer com mais frequência os testes.   |
| Acredito que um cartão com a descrição dos sintomas escrito pelo próprio participante do estágio poderia contribuir.   |
| Aulas esporádicas.   |
| Acredito que a validade do certificado ser cinco anos é adequado, porém, caso haja disponibilidade de recursos, o intervalo entre os estágios de cada tripulante poderia ser diminuído. Não visualizo outro procedimento que possa mitigar a falta do treinamento em câmara hipobárica.  |
| O sintoma poderia vir escrito no cartão de validação emitido pelo IMAE.  |
| Sinceramente acho cinco anos um intervalo de tempo inadequado para a memória dos sintomas. Creio que a realização mais constante (dois/três anos) auxiliaria sobremaneira na manutenção do correto reconhecimento dos sintomas.  |
| Na situação em que tive hipóxia, em uma missão realizando salto em grande altitude, não percebi de imediato o primeiro sintoma e só me dei conta de que algo estava errado quando percebi enjojo e taquicardia. A situação foi crítica e só retornei à condição normal próximo ao pouso. Na minha opinião, caso houvesse a possibilidade de maior frequência de realização da atividade, teria uma possibilidade melhor de identificar diferentes tipos de sintomas. Sinto que há possibilidade de existirem diferentes "primeiros sintomas" para uma mesma pessoa, ou dependendo da ocasião (no meu caso estava atarefada e atuando de fato com grande carga de trabalho na posição de 1P no voo de lançamento em grande altitude) e não pude perceber o possível formigamento. Ou ainda pelo fato de ter realizado havia muito tempo, não ter me atentado a detalhes importantes, como a fixação correta da máscara de O2. |
| Realizar mais treinamentos no IMAE.  |
| Impressão do sintoma no cartão de execução.  |
| Deixar o tripulante atingir um estado mais avançado de hipóxia. Deixar que o mesmo perceba.  |