



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

FREDERICO **AUGUSTO** MARTINS GORI, Maj QOAV

**Protocolo de identificação e de reabilitação vestibular em cadetes aviadores com  
aerocinetose da Academia da Força Aérea**

Rio de Janeiro

2025

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

FREDERICO **AUGUSTO** MARTINS GORI, Maj QOAV  
CPF: 069.300.086-48

**Protocolo de identificação e de reabilitação vestibular em cadetes aviadores com  
aerocinetose da Academia da Força Aérea**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção de título de mestre em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos.

Rio de Janeiro  
2025

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA


G669p	<p>Gori, Frederico Augusto Martins</p> <p>Protocolo de identificação e de reabilitação vestibular em cadetes aviadores com aerocinetose da Academia da Força Aérea. / Frederico Augusto Martins Gori. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2025. 61 f.: il., enc.</p> <p>Orientador: Prof Dr Fábio Angioluci Diniz Campos Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2025. Referências: f. 48-49</p> <p>1. Piloto Militar. 2. Sistema Vestibular. 3. Instrução Aérea. 4. Medicina Aeroespacial. I. Título. II. Campos, Fábio Angioluci Diniz. III. Universidade da Força Aérea.</p> <p>CDU: 358.4</p>
-------	--

FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI, Maj Qoav

**Protocolo de identificação e de reabilitação vestibular em cadetes aviadores com aerocinetose da Academia da Força Aérea**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção de título de mestre em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea.

Aprovado por:

Documento assinado digitalmente  
 **FABIO ANGIOLUCI DINIZ CAMPOS**  
Data: 12/05/2025 11:03:49-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


---

Presidente, Professor Doutor Fábio Angioluci Diniz Campos – Academia da Força Aérea / Universidade da Força Aérea

Documento assinado digitalmente  
 **IRLEI DOS SANTOS**  
Data: 08/05/2025 09:29:35-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Professor Doutor Irlei dos Santos – Universidade da Força Aérea

Documento assinado digitalmente  
 **AYLTON JOSE FIGUEIRA JUNIOR**  
Data: 08/05/2025 18:16:38-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Professor Doutor Aylton José Figueira Júnior – Universidade São Judas Tadeu

Rio de Janeiro

Abril de 2025

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos, pela dedicação e atenção dispensada a esta pesquisa, assim como pela paciência constante durante o meu desenvolvimento acadêmico. Aos professores do PPGDHO, pelos conhecimentos compartilhados e pela disponibilidade em auxiliar. Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

"Em algum lugar, alguma coisa incrível está esperando para ser descoberta." (CARL SAGAN)

## RESUMO

Estudo experimental que objetivou desenvolver um protocolo para a identificação e reabilitação vestibular de cadetes aviadores com aerocinetose da Academia da Força Aérea. Um total de 122 cadetes do 1º Esquadrão da Turma Athos foram submetidos a um protocolo de identificação, com coleta de dados fisiológicos, como pressão arterial, frequência cardíaca e oxigenação, para analisar as alterações durante o procedimento no equipamento *Gyro Stim*. Foi desenvolvido um protocolo de identificação com duração de 1 minuto e 41 segundos, além de seis protocolos de reabilitação vestibular com duração de 3 minutos, simulando as manobras e acrobacias realizadas na instrução aérea. Dos cadetes da turma Athos, 24,6% (30 indivíduos) foram identificados como propensos a desenvolver aerocinetose, sendo a propensão de 21% no sexo masculino e 44% no feminino. A identificação precoce dos cadetes propensos a terem aerocinetose, bem como o desenvolvimento de protocolos de reabilitação vestibular, representa um avanço na mitigação dos efeitos negativos da aerocinetose na AFA.

**Palavras-chave:** Piloto militar; sistema vestibular; instrução aérea; medicina aeroespacial; fisiologia aérea.

## ***ABSTRACT***

Experimental study aimed at developing a protocol for the identification and vestibular rehabilitation of aviation cadets with motion sickness at the Air Force Academy. A total of 122 cadets from the 1st Squadron of Turma Athos underwent an identification protocol, involving the collection of physiological data such as blood pressure, heart rate, and oxygenation to analyze changes during the procedure using the *Gyro Stim* equipment. An identification protocol lasting 1 minute and 41 seconds was developed, along with six vestibular rehabilitation protocols lasting 3 minutes, simulating the maneuvers and aerobatics performed during flight training. Among the cadets, 24.6% (30 individuals) were identified as prone to developing motion sickness, with a propensity of 21% in males and 44% in females. The early identification of cadets prone to motion sickness, as well as the development of vestibular rehabilitation protocols, represents progress in mitigating the negative effects of motion sickness at AFA.

***Keywords:*** *Military pilot; vestibular disorientation; air instruction; aerospace medicine; air physiology.*

## LISTA DE ESQUEMAS E FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Fluxograma da estratégia de busca.	15
<b>Figura 2</b> – Ouvido interno.	16
<b>Figura 3</b> – Movimentos do equipamento <i>Gyro Stim</i> .	32
<b>Figura 4</b> – Centro de Reabilitação Vestibular – Academia da Força Aérea.	45

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1</b> – PS: exigências para a conclusão da Instrução Primária.	26
<b>Quadro 2</b> – MAC: exigências para a conclusão da Instrução Primária.	27
<b>Quadro 3</b> – FR-2: exigências para a conclusão da Instrução Primária.	28
<b>Quadro 4</b> – Protocolo de identificação: descrição de movimentos e tempos.	32
<b>Quadro 5</b> – Formulário de coletas de dados.	33
<b>Tabela 1</b> – Protocolos de tratamento de cadetes aviadores com aerocinetose.	37
<b>Tabela 2</b> – Presença ou ausência de sintomas de aerocinetose em cadetes aviadores segundo o sexo.	38
<b>Tabela 3</b> – Sintomas relatados pelos cadetes sintomáticos.	39
<b>Tabela 4</b> – Comparação de variáveis fisiológicas em cadetes aviadores com e sem sintomas de aerocinetose.	41
<b>Tabela 5</b> – Comparação das medidas fisiológicas de cadetes aviadores antes e após o protocolo de identificação de aerocinetose segundo o sexo.	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AFA</b>	- Academia da Força Aérea
<b>CFOAv</b>	- Curso de Formação de Oficiais Aviadores
<b>CFPM-MB</b>	- Curso de Formação de Piloto Militar para Oficiais da Marinha do Brasil
<b>CFPM-OCNA</b>	- Curso de Formação de Pilotos Militares para Oficiais e Cadetes de Nações Amigas
<b>COMAER</b>	- Comando da Aeronáutica
<b>DIRENS</b>	- Diretoria de Ensino
<b>EIA</b>	- Esquadrão de Instrução Aérea
<b>FAB</b>	- Força Aérea Brasileira
<b>FR-2</b>	- Formatura de Duas Aeronaves
<b>IN</b>	- Instrutor
<b>MAC</b>	- Manobras e Acrobacias
<b>PIMO</b>	- Plano de Instrução e Manutenção Operacional
<b>PS</b>	- Pré-Solo
<b>TAV</b>	- Teste de Avaliação
<b>TCLE</b>	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2 OBJETIVOS</b>	13
<b>2.1 Objetivo Geral</b>	13
<b>2.2 Objetivos específicos</b>	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b>	14
<b>3.1 Fisiologia do sistema vestibular</b>	15
<b>3.2 Aerocinetose</b>	17
<b>3.3 Programa de Instrução e Manutenção Operacional – Instrução Primária</b>	21
<b>4 METODOLOGIA</b>	30
<b>4.1 Amostra</b>	30
4.1.1 Critérios de inclusão e exclusão	30
<b>4.2 Desenho do Estudo, Coleta e Análise de dados, Instrumento de Pesquisa e Variáveis Investigadas</b>	30
4.2.1 Desenho do Estudo	30
4.2.2 Coleta dos Dados	31
4.2.2.1 Procedimentos pré-testes	31
4.2.2.2 Avaliação diagnóstica	31
<b>4.3 Protocolo de Reabilitação Vestibular</b>	33
<b>4.4 Análise estatística</b>	36
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	38
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	46
<b>REFERÊNCIAS</b>	48
<b>APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)</b>	50
<b>ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP</b>	52

## 1 INTRODUÇÃO

A aerocinetose é um distúrbio fisiológico que ocorre devido à exposição a movimentos repetitivos ou acelerados, comuns na aviação, resultando de um conflito entre os estímulos visuais e vestibulares. Essa condição afeta o equilíbrio e a orientação espacial, manifestando-se por meio de sintomas como náusea, tontura, sudorese, palidez, vômito e desorientação. Além dos sintomas físicos, a condição também prejudica a concentração e a capacidade de gerenciamento de múltiplas tarefas, reduzindo a consciência situacional. Esses efeitos negativos impactam diretamente o desempenho dos pilotos, principalmente durante a instrução primária, conforme destacado por Silva e Silva (2018).

É importante ressaltar que a sua origem não é totalmente compreendida, sendo explicada principalmente pela teoria do conflito sensorial. A orientação espacial depende de uma complexa atividade neural que integra informações sobre movimento, velocidade e aceleração da cabeça em relação ao ambiente. O sistema vestibular, por meio dos canais semicirculares e órgãos otolíticos, envia dados sobre rotação e translação da cabeça para o cérebro, onde são combinados com sinais visuais e proprioceptivos. Essas informações são processadas no córtex vestibular, formando a percepção espacial. Quando há discrepância entre os sinais sensoriais, como em viagens de avião, onde o sistema vestibular interpreta a aceleração constante como repouso, enquanto a visão indica movimento, gerando o conflito que desencadeia os sintomas supracitados (Silva; Silva, 2018).

A Academia da Força Aérea (AFA) é uma instituição de ensino superior da Força Aérea Brasileira (FAB), subordinada à Diretoria de Ensino (DIRENS) e ao Comando da Aeronáutica (COMAER), reconhecida pelo Ministério da Educação e localizada em Pirassununga, no estado de São Paulo. O Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) tem duração de quatro anos, em regime de semi-internato, e prepara os cadetes aviadores para a carreira militar. Durante o curso, os alunos realizam a instrução aérea primária no segundo ano, utilizando a aeronave T-25 Universal (NEIVA), e a instrução básica no quarto ano, com a aeronave T-27 Tucano (EMBRAER 312). A instrução de voo é regulamentada pela AFA por meio do Programa de Instrução e Manutenção Operacional (Brasil, 2023), documento que estabelece as diretrizes e planejamentos para todas as missões previstas na formação aérea. O objetivo do PIMO é garantir a formação do Piloto Básico da FAB, capacitando-o para, ao término do CFOAv, especializar-se em uma das aviações operacionais da FAB, como caça, transporte ou helicóptero (Brasil, 2023).

A instrução aérea primária engloba instruções teóricas e práticas, sendo que cada

missão é avaliada para mensurar o desempenho do cadete nas atividades relacionadas ao voo. Esse processo inclui avaliações teóricas e práticas, como a fase de Pré-Solo (PS), Manobras e Acrobacias (MAC) e Formatura de Duas Aeronaves (FR-2). No ano de 2024, o PIMO (Brasil, 2023) estabeleceu 14 missões para a fase PS, oito para MAC e nove para FR-2, totalizando 31 missões aéreas. Caso o cadete receba o conceito "Deficiente", indicando erros que comprometem o progresso na fase, será necessária uma missão de repetição para aprimorar os itens avaliados. A ocorrência desse conceito em um ou mais itens de desempenho resulta automaticamente em grau dois na missão (Brasil, 2023).

Importa ressaltar que em um estudo conduzido por Voltolini (2013), envolvendo 186 cadetes da aeronáutica, a maioria do sexo masculino (174 de 186), foram formuladas oito perguntas. Desse total, 112 cadetes (60,2%) receberam o diagnóstico de aerocinetose. A fase de MAC foi identificada como o momento de maior incidência da aerocinetose, sendo relatada por 75 dos 186 cadetes. Dentre os 112 diagnosticados em todas as fases de instrução, 37 experimentaram prejuízo de desempenho durante missões, e 91% daqueles com sintomas buscaram assistência médica. Dos 102 cadetes que receberam tratamento, 98 optaram por medicamentos, 58 seguiram exercícios prescritos por médicos e dois recorreram à acupuntura, sendo que foi relatada em 35 cadetes melhora após a realização dos diferentes tipos de intervenção, como cama elástica, rolamentos no solo e giros dentro da piscina.

Neste contexto, considerando que a aerocinetose é um fator que impacta diretamente o desempenho dos cadetes durante a instrução aérea, este estudo justifica-se pela necessidade de identificar e mitigar os efeitos dessa condição, visando melhorar o desempenho operacional e a segurança dos voos. A falta de um protocolo específico para a detecção precoce dessa condição impede que os cadetes tenham ciência de sua propensão ao problema e possam recorrer aos tratamentos disponíveis de maneira precoce, visando à dessensibilização do sistema vestibular para o voo.

Este estudo tem relevância para a Força Aérea Brasileira (FAB), pois os índices de aerocinetose na AFA são significativos e impactam o desempenho dos cadetes. A identificação precoce e a reabilitação vestibular permitem que os cadetes superem limitações fisiológicas que podem comprometer o desempenho e a segurança durante o voo. Além disso, essas medidas contribuem para o melhor aproveitamento da instrução aérea, reduzindo a necessidade de desligamentos por dificuldades de adaptação ao ambiente aéreo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver um protocolo para a identificação dos sintomas da aerocinetose, com o intuito de detectar precocemente os cadetes com propensão a manifestar essa condição durante a instrução aérea.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar as mudanças fisiológicas, como a pressão arterial, frequência cardíaca e níveis de oxigênio no sangue, durante a realização do Protocolo de Identificação, no geral e por sexo;
- Analisar a prevalência dos sintomas de aerocinetose no protocolo de identificação entre os sexos; e
- Elaborar protocolos de reabilitação vestibular para cadetes aviadores com aerocinetose.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

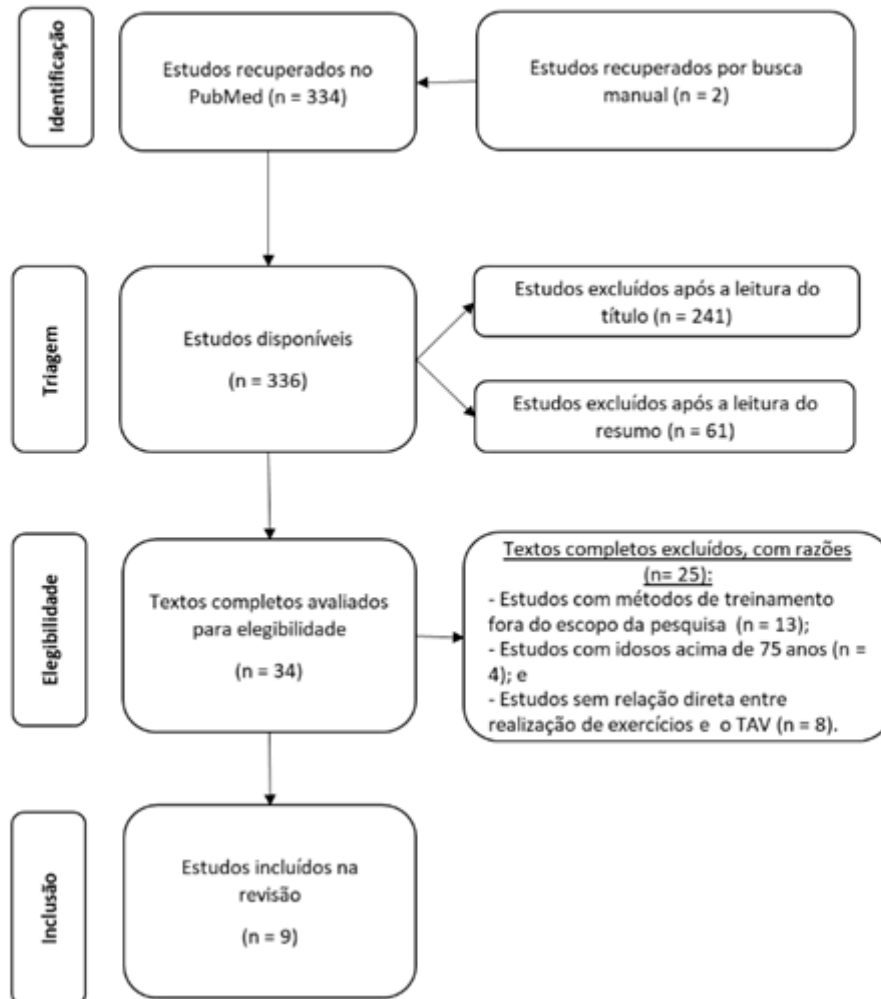
A busca na base de dados PubMed foi conduzida com o objetivo de identificar estudos que tratassem da relação entre cinetose e o sistema vestibular em contextos militares, utilizando os descritores (“airsickness” OR “motion sickness”) AND “military” AND “vestibular system”.

Foram identificados 334 estudos que tratavam da relação entre cinetose e o sistema vestibular em contextos militares, além de dois estudos adicionais encontrados por consulta manual, totalizando 336 trabalhos disponíveis para análise.

Após a leitura dos títulos, 241 estudos foram excluídos por não apresentarem pertinência temática com a pesquisa. Os critérios de exclusão incluíram trabalhos que abordavam a cinetose fora do contexto militar, estudos focados em populações não relacionadas a cadetes ou pilotos e aqueles que não envolviam o sistema vestibular. Em seguida, a triagem dos resumos resultou na exclusão de mais 61 trabalhos que não atendiam aos critérios de relevância estabelecidos. Os critérios de inclusão adotados consideraram estudos que investigavam a relação entre cinetose e o sistema vestibular em contextos militares, com foco em cadetes, pilotos ou profissionais que desempenham atividades operacionais relacionadas ao voo.

É importante destacar que 12 estudos foram descartados, sendo quatro por terem sido conduzidos com participantes acima de 75 anos e oito por não possuírem relação direta com o foco da pesquisa. Dessa forma, restaram nove estudos que apresentaram pertinência temática e foram considerados para a análise, oferecendo uma base para investigar a relação entre cinetose, o sistema vestibular, e o contexto militar, conforme descrito na Figura 1:

**Figura 1** – Fluxograma da estratégia de busca.



**Fonte:** O autor (2025).

**Legenda:** TAV (teste de avaliação).

### 3.1 Fisiologia do sistema vestibular

O sistema vestibular é formado por três componentes principais, a saber: o sistema sensorial periférico, o centro de processamento e o sistema de resposta motora. O sistema sensorial periférico engloba o aparelho vestibulococlear, presente na região petrosa do osso temporal, o osso mais resistente do corpo humano. Esse aparelho está localizado em um conjunto de cavidades ósseas conhecidas como labirinto ósseo, dividido em partes anterior e posterior. Na parte anterior, está localizada a estrutura chamada cóclea, que tem ligação com a capacidade auditiva. Na parte posterior, existem três canais semicirculares (lateral, horizontal e vertical) e dois órgãos otolíticos (utrículo e sáculo), que são responsáveis pelo equilíbrio do corpo (Bertol; Rodríguez, 2008).

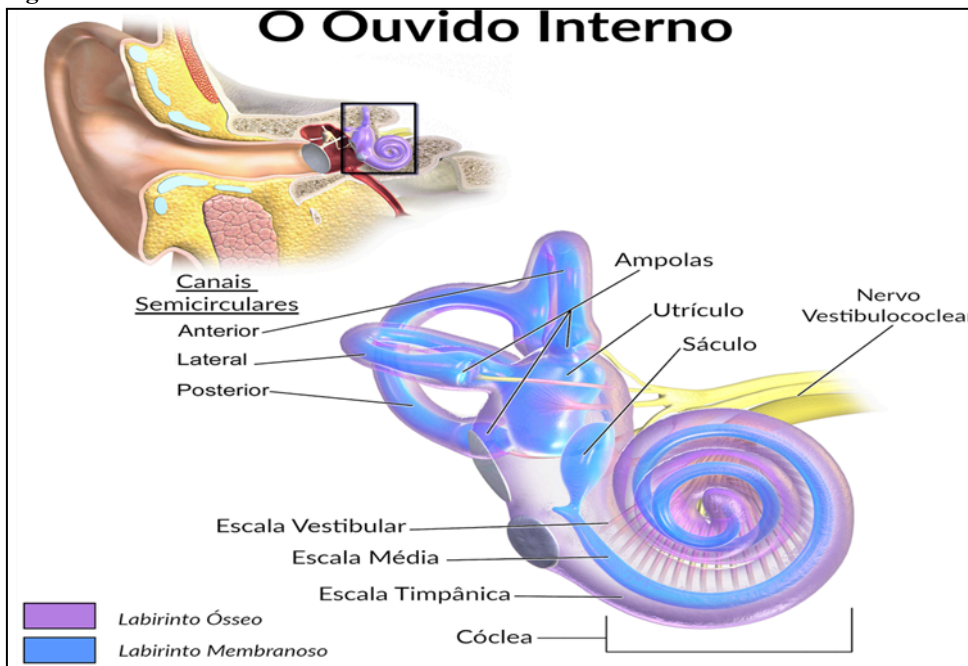
O utrículo e o sáculo são responsáveis por detectar movimentos lineares, enquanto os

canais semicirculares detectam movimentos rotacionais. Essas estruturas enviam informações ao cérebro sobre a orientação e o movimento da cabeça, desempenhando papel importante na manutenção do equilíbrio e na coordenação (Bertol; Rodriguez, 2008).

O sistema vestibular é fundamental para detectar acelerações angulares e lineares, bem como a orientação em relação à gravidade. As células ciliadas nos canais semicirculares, utrículo e sáculo transmitem essas informações ao sistema nervoso central. Este, por sua vez, envia respostas aos músculos extraoculares e à medula espinhal para ativar reflexos vestibulo-ocular e vestibulo-espinhal essenciais para estabilizar a visão durante movimentos da cabeça e manter a estabilidade postural, prevenindo quedas (Hain; Ramaswamy; Hillmann, 2002).

O sistema nervoso central processa rapidamente as informações sensoriais visuais, vestibulares e proprioceptivas, coordenando-as no tronco encefálico e cerebelo para controlar os movimentos da cabeça, pescoço, coluna, membros e olhos. Para manter o equilíbrio, é fundamental que o sistema receba informações precisas e harmoniosas dos olhos, labirintos e sensores proprioceptivos. Quando há conflito nas informações recebidas, pode ocorrer perturbação no equilíbrio, resultando em tonturas ou desequilíbrio corporal (Shupak; Gordon, 2006). A Figura 2 mostra como é constituído o ouvido interno:

**Figura 2** – Ouvido interno.



**Fonte:** Wikimedia Commons (2018).

Estímulos como a aceleração linear e angular da cabeça ativam o sistema vestibular periférico. A aceleração linear ocorre com deslocamentos bruscos do corpo em várias

direções, enquanto a aceleração angular acontece durante rotações da cabeça. O trato vestibulo-espinhal detecta mudanças posturais mediante vias na medula espinhal até os músculos responsáveis pelo equilíbrio. Esses impulsos partem do ouvido interno e do cerebelo, chegando aos neurônios motores via fibras medulares. Estimulação vestibular excessiva pode causar náuseas, mudanças na pressão sanguínea, sudorese, palidez e vômito. Alterações no sistema vestibular, como infecções, traumas, lesões neoplásicas, fistulas endolinfáticas ou insuficiência vascular, podem provocar desequilíbrio, tontura, nistagmo, náuseas e ataxia. A reabilitação utiliza a plasticidade neural, permitindo ao sistema nervoso se adaptar às novas condições dos órgãos de equilíbrio (Hain; Ramaswamy; Hillman, 2002).

O sistema vestibular desempenha um papel crucial na aviação, auxiliando os pilotos a manterem o equilíbrio e a orientação espacial durante o voo. No entanto, condições como acelerações rápidas, desorientação espacial e forças gravitacionais incomuns podem desafiar esse sistema, levando a distúrbios como a aerocinetose, que causa sintomas como náuseas, tonturas e fadiga. Diante desses desafios, a identificação precoce e o tratamento eficaz de distúrbios vestibulares são fundamentais para garantir a segurança e o desempenho dos pilotos. A implementação de protocolos de avaliação e reabilitação vestibular permite que os cadetes aviadores tenham ciência de sua propensão a desenvolver aerocinetose e realizem a estimulação de seu sistema vestibular antes do início da instrução aérea. Essa abordagem preventiva, aliada a técnicas como controle respiratório e suporte psicológico, pode reduzir significativamente os efeitos nocivos da aerocinetose, promovendo uma adaptação mais rápida e segura ao ambiente de voo e contribuindo para a formação de pilotos mais preparados e resilientes.

### **3.2 Aerocinetose**

A aerocinetose é um distúrbio fisiológico causado pela exposição a movimentos repetitivos ou acelerados, comuns na aviação. Ocorre devido a um conflito entre os estímulos visuais e vestibulares, afetando o equilíbrio e a orientação espacial do piloto. Seus sintomas incluem náusea, tontura, sudorese, palidez e, em casos mais intensos, vômito e desorientação. Esses efeitos podem comprometer a capacidade de pilotagem, reduzindo a eficiência e a segurança do voo. Na instrução aérea, a aerocinetose pode dificultar a adaptação dos cadetes às manobras e acrobacias, exigindo estratégias de identificação e mitigação para minimizar seus impactos.

Neste contexto, Voltolini (2013) destaca que a aerocinetose é comum entre pilotos

civis e militares durante a fase inicial de formação prática. Trata-se de uma temática importante para a FAB, em razão das consequências negativas decorrentes desse distúrbio (náusea, vômito, apatia, perda de consciência situacional) no desempenho técnico-profissional da instrução aérea. O estudo analisou 105 cadetes aviadores, sendo 3 mulheres e 102 homens, com idade média de 20,64 anos e 43,15 horas médias de instrução de voo. A prevalência de cinetose foi de 43,8%, com 46 cadetes afetados. Desses, 43,5% relataram sintomas em quatro ou mais missões, enquanto 4,3% os apresentaram constantemente. As manobras mais associadas à cinetose foram acrobacias (28 casos), parafusos (12) e curvas (11). Quanto ao impacto no desempenho, 45,6% não relataram interferência, mas 26,1% tiveram o desempenho afetado em uma missão. Apesar de 58,7% dos cadetes com cinetose buscarem assistência médica, apenas 30,4% realizaram tratamento, sendo o uso de medicamentos e exercícios prescritos as abordagens mais comuns. A maioria (80,4%) não mantinha acompanhamento médico no momento da pesquisa.

De modo a corroborar com o assunto, Silva e Silva (2018) discutem sobre a ausência de conhecimento evidente sobre a aerocinetose por parte de instrutores de voo. O estudo, realizado com 100 pilotos privados com idade média de 22 anos, identificou que 22% dos participantes apresentaram escores indicativos de cinetose, enquanto 70% relataram pelo menos dois sintomas de aerocinetose, como mal-estar, fadiga e tontura. Apesar disso, apenas 5% reprovaram em missões de voo, sendo 2% diagnosticados com cinetose e os demais com Síndrome de Sopite, que afeta o desempenho sem causar sintomas incapacitantes. Apenas 16% dos participantes receberam soluções eficazes dos instrutores para mitigar os sintomas, e apenas 2% foram orientados a buscar tratamento médico. A desmotivação foi relatada por 13% dos participantes, com 4% considerando desistir da carreira. Além disso, 28% afirmaram que os sintomas prejudicaram seu desempenho, enquanto 44% não perceberam impacto significativo. A maioria dos sintomas ocorreu durante manobras como curvas e acrobacias, e apenas 1% dos participantes buscou auxílio médico, com nenhum optando por reabilitação vestibular, considerada a abordagem mais eficaz. O estudo reforça a necessidade de maior preparo dos instrutores e a adoção de abordagens multidisciplinares para melhorar a adaptação e o desempenho dos pilotos durante a instrução aérea.

O estudo de Oliveira (2013) investigou as causas da aerocinetose, destacando o conflito sensorial entre sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, que processam informações de movimento de forma incongruente, como em manobras aéreas, onde acelerações físicas contrastam com a percepção visual de estabilidade, desencadeando sintomas como náuseas, tonturas e sudorese. Além disso, o autor analisou fatores emocionais,

como ansiedade e estresse, que amplificam os sintomas devido à hiperatividade do sistema nervoso autônomo e à redução da plasticidade neural, dificultando a adaptação ao voo, com dados de questionários psicológicos e marcadores fisiológicos (ex.: cortisol salivar) confirmando a correlação entre estados emocionais negativos e gravidade dos sintomas. Como solução, o autor propôs intervenções multidisciplinares combinando reabilitação vestibular, técnicas de controle respiratório e suporte psicológico, capazes de mitigar efeitos físicos e emocionais, enfatizando a necessidade de protocolos personalizados que considerem histórico de labirintopatias, tolerância a movimentos e perfil psicossocial para otimizar a adaptação dos pilotos.

No mesmo viés deste estudo, Lucertini, Verde e Trivelloni (2013) buscaram atualizar o programa de reabilitação vestibular da Força Aérea Italiana, cuja taxa de reabilitação foi de 85 %, analisando dados de um acompanhamento prolongado (> 8 anos). Foram comparados 20 pilotos militares com histórico de enjoo e 65 assintomáticos, categorizados por aviação (caça, transporte ou helicóptero). Os indivíduos com aerocinetose foram avaliados antes e após o tratamento com o teste de estresse de Coriolis.

Outrossim, Costa (2020) realizou um estudo de caso sobre a redução dos sintomas de aerocinetose em uma aeronavegante, utilizando tratamento fisioterápico baseado na neuroplasticidade cerebral, compensação do sistema vestibular e dessensibilização periférica. A aeronavegante, com 26 anos de idade, com aerocinetose moderada a grave, passou por um processo de adaptação de seis meses, dividido em três fases: atividades cinesioterapêuticas, estímulos visuais em 3D, e atividades domiciliares, seguidas por cinco voos de adaptação. Durante o tratamento, foi orientada a não usar medicamentos antivertiginosos. O estudo observou melhora significativa nos sintomas e no desempenho operacional da aeronavegante, demonstrando a eficácia da fisioterapia na profilaxia da aerocinetose.

Outro estudo importante a ser destacado é o de Cowings *et al.* (1994) o qual analisaram a resposta fisiológica e o progresso na instrução de dois pilotos militares americanos de F-18 submetidos ao Treinamento de Feedback Autogênico (AFT), um procedimento de condicionamento operante para controlar respostas autonômicas e reduzir os sintomas de aerocinetose. Os pilotos, de 30 e 35 anos, participaram de 12 sessões de 30 minutos, com o objetivo de aumentar sua tolerância aos testes de simulação de aerocinetose em cadeira rotativa, com maiores velocidades de rotação. Após o treinamento, ambos apresentaram aumento significativo na tolerância aos testes e redução na variabilidade da resposta do sistema nervoso autônomo. Como resultado, os pilotos conseguiram controlar a aerocinetose durante voos subsequentes em aeronaves F-18 e T-38.

Neste mesmo contexto, Lindseth e Lindseth (1995) realizaram uma pesquisa envolvendo 266 tripulantes da Força Aérea do Reino Unido, com idade média de 20 anos. Os autores observaram que o consumo de alimentos ricos em carboidratos antes das atividades aéreas contribuiu para que 22% dos pilotos apresentassem sintomas relacionados à aerocinetose. Além disso, os resultados revelaram uma correlação entre dietas com altos índices de sódio e produtos derivados do leite e um aumento na incidência de aerocinetose. Essas descobertas destacam a importância da dieta e da nutrição como fatores a serem considerados na prevenção dos sintomas da aerocinetose em pilotos e tripulantes.

Sobre a análise de quais movimentos desencadeiam a cinetose, Lopes (2017) investigou a incidência de distúrbios vestibulares, como vertigem e tontura, em adultos acima de 18 anos. A autora comparou os efeitos do Método Pilates com o protocolo de Cawthorne e Cooksey em 22 participantes com vestibulopatias periféricas crônicas. O grupo que realizou Pilates apresentou melhora em 90,9% dos casos de tontura rotatória, enquanto o grupo controle teve 63,6% de melhora. Ambos os grupos reduziram a intensidade da tontura e melhoraram a flexibilidade, amplitude de movimento cervical e equilíbrio, com destaque para o grupo do Pilates no controle postural. O tamanho do efeito do tratamento foi classificado como médio na maioria das variáveis, indicando que o Pilates é seguro e eficaz, oferecendo uma alternativa viável para a reabilitação vestibular. Lopes (2017) propôs um protocolo de 10 atendimentos, realizados uma vez por semana, como parte do tratamento.

Lucertini, Verde e Trivelloni (2008) investigaram a incidência de enjoo em 376 pilotos estudantes da Força Aérea Italiana (336 homens e 40 mulheres) durante a fase inicial de voo, dividindo a análise em duas partes. Na primeira parte, a incidência de enjoo foi de 34,8% durante a certificação básica, sem diferenças significativas entre sexos. No entanto, entre os indivíduos com enjoo, as mulheres apresentaram uma proporção significativamente maior de adaptação lenta (12,5% das mulheres e 3,3% dos homens). A segunda parte, que acompanhou uma subpopulação de 102 indivíduos ao longo de quatro certificações de voo, mostrou que intervalos de um ano entre as certificações resultaram em perda de adaptação ao ambiente de voo na maioria dos casos. Os resultados indicam que, embora o enjoo tenha afetado a probabilidade de conclusão da certificação básica, não houve relação significativa com o número de episódios de vômito. Além disso, a retenção de adaptação após interrupções prolongadas não preveniu futuros episódios de enjoo, divergindo de estudos anteriores. Esses achados destacam a relevância de estratégias específicas para mitigar a enjoo, especialmente em indivíduos com adaptação lenta, como observado predominantemente em mulheres.

De modo distinto deste estudo, que vislumbra a reabilitação vestibular sem o uso de

fármacos, Oliveira (2013) explorou as principais abordagens terapêuticas, incluindo tratamentos farmacológicos para a supressão dos sintomas, opções fitoterápicas baseadas em plantas medicinais e acupuntura, que visa à regulação do sistema sensorial por meio da estimulação de pontos específicos no corpo.

Ainda sobre o assunto de utilização de fármacos para controle da aerocinetose Shupak e Gordon (2006) abordaram o uso de fármacos para reduzir a percepção sensorial equivocada do corpo humano. Verificou-se uma contribuição positiva para a adaptação multissensorial ao voo, bem como para o aspecto psicológico do piloto, posto que os fármacos reduziram a expectativa de ocorrência de náuseas e vômitos na atividade aérea. Dentre os medicamentos apontados como mais eficientes para combater os sintomas de aerocinetose, estão os anticolinérgicos (*Buscopan*) e os anti-histamínicos H-1 (*Loratadina/Polaramine*).

Os estudos realizados até agora identificaram sintomas e possíveis causas da aerocinetose, destacando a necessidade de pesquisas adicionais sobre reabilitação vestibular e detecção precoce em cadetes aviadores, devido aos impactos no desempenho operacional. A análise dos efeitos da aerocinetose no desempenho e aprendizagem dos cadetes da AFA, bem como a avaliação da eficácia de um programa de identificação e reabilitação vestibular com o uso do equipamento *Gyro Stim*, são considerados de grande relevância institucional, especialmente pelos impactos na instrução aérea e na segurança de voo.

### **3.3 Programa de Instrução e Manutenção Operacional – Instrução Primária**

O Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) é o documento normativo que regula a instrução aérea no âmbito da AFA. O PIMO orienta a formação dos cadetes, estabelece diretrizes para a capacitação de instrutores e define os procedimentos para elevações operacionais nas aeronaves utilizadas no treinamento. O documento detalha e parametriza as missões dos cadetes em diferentes fases da formação, como a Fase PS, MAC e FR, assegurando que as atividades estejam alinhadas com os padrões de segurança e eficiência operacional.

Este estágio é realizado pelos cadetes do 2º Ano do CFOAv, Curso de Formação de Piloto Militar para Oficiais da Marinha do Brasil (CFPM-MB) e Curso de Formação de Pilotos Militares para Oficiais e Cadetes de Nações Amigas (CFPM-OCNA). O Estágio Primário é constituído das fases PS, MAC e voo em FR2.

Especificamente na prática da instrução aérea, os níveis de aprendizagem são os seguintes:

- a) Preparação: neste nível, o cadete faz o ajustamento preparatório para determinada ação, estando contidos o preparo mental, o preparo físico e o preparo emocional. Cabe ao instrutor (IN) orientar o cadete a obter uma percepção simulada e ajustá-lo a responder corretamente a esta percepção, otimizando a resposta e reduzindo a surpresa e a novidade. O cadete não deve operar, mas apenas observar.
- b) Resposta Orientada: o cadete age sob orientação do IN, desenvolvendo habilidades motoras simples, cabendo a este servir como modelo, de modo que leve o cadete a atingir, através da orientação e da repetição, a resposta desejada.
- c) Resposta Mecânica: o cadete deve adquirir confiança e um adequado grau de proficiência quanto à resposta, sendo que é capaz de, por si só, executar a ação sem o acompanhamento do IN, com segurança, revelando-a como uma resposta habitual. Algumas vezes, ainda há a necessidade de controle do IN, porém, mais no sentido de aperfeiçoamento da ação, normalmente realizada de forma verbal.
- d) Resposta Aberta Complexa: ao atingir esse nível o cadete deverá ter adquirido um alto grau de habilidade, pois executa um conjunto integrado de movimentos feitos com desembaraço e eficiência, sendo autonomamente capaz de identificar e de corrigir, com propriedade, seus próprios erros, sem a presença do IN.

A avaliação do desempenho do cadete abrange não apenas os itens específicos relacionados à sua missão e à fase em que se encontra, mas também critérios gerais que são comuns a todas as Fichas de Voo. São estabelecidos, portanto, os seguintes conceitos para a avaliação do desempenho geral do cadete:

- a) Deficiente: quando o cadete apresenta erros que comprometem o progresso em cada uma das fases, sendo necessário uma missão de repetição para o desenvolvimento daquele item ou mais itens de avaliação. A ocorrência de conceito “deficiente” em um ou mais itens de desempenho geral da ficha de missão resulta automaticamente em grau 2 (dois) na missão.
- b) Precisa melhorar: o cadete deverá ser avaliado com “Precisa Melhorar” sempre que o seu desempenho seja superior a deficiente, mas abaixo do esperado para o seu nível. Exemplo de situações a serem reportadas: O cadete comete erros constantes e necessita de orientação contínua para atingir o nível. Apresenta postura apática, sendo muito dependente do instrutor para conduzir o voo, comete muitos erros de padronização, apresenta dificuldade em compreender as orientações do instrutor etc. Erros em questionamentos básicos que não comprometam a segurança do voo devem ser

relatados como precisa melhorar. A utilização deste conceito não se aplica à missão de cheque; O grau final da missão não pode ser superior a 4 (quatro) “satisfatório” caso o cadete tenha recebido esse conceito em algum item de desempenho geral.

- c) Normal: o cadete apresentou um rendimento satisfatório no item, conseguindo a evolução esperada na missão.
- d) Destacou-se: quando o desempenho do cadete, naquele item, superou as expectativas, apresentando uma evolução acima do esperado. Para melhor acompanhamento da aprendizagem e da evolução do cadete, a ocorrência de conceitos diferentes de “NORMAL” necessita de comentários do IN na ficha de missão.

É importante ressaltar que o cadete será avaliado em relação à sua adaptação fisiológica à atividade aérea, à dinâmica de voo e ao raciocínio espacial. Esses itens estão intrinsecamente ligados aos impactos da aerocinetose durante a instrução aérea, sendo avaliados da seguinte forma:

- a) Adaptação fisiológica à atividade aérea: deve-se avaliar o comportamento do cadete perante as reações fisiológicas apresentadas. O IN analisa se o cadete apresentou ou não algum sintoma (enjoo, vômito, mal-estar etc.) e, mais importante, como reagiu a esta dificuldade (manteve o controle da aeronave, solicitou auxílio ao IN, ficou abatido e desmotivado, voltou rapidamente e manteve o nível de atenção etc.).
- b) Adaptação à dinâmica do voo: deve-se avaliar a capacidade de conciliar os procedimentos, a fraseologia, a pilotagem em si, a consciência situacional, a condução do voo e a atenção às orientações do IN com a velocidade do voo.
- c) Raciocínio espacial: deve-se verificar se o cadete consegue perceber a projeção de deslocamento da sua aeronave e se, a partir desta percepção, estabelece trajetórias condizentes com a manobra em curso.

No que tange a avaliação das fichas de missão o cadete será avaliado observando as seguintes notas:

- a) Grau 1 (um) – PERIGOSO: será atribuído a qualquer item avaliado da ficha de missão sempre que ocorrer alguma das duas situações especificadas abaixo:
  - Quando as normas da atividade aérea forem violadas sem qualquer razão;
  - Quando o IN intervir manualmente nos comandos de voo ou nos sistemas auxiliares para evitar acidentes perfeitamente previsíveis, levando-se em consideração o nível de aprendizagem do cadete;
  - O Grau da missão será 1 (perigoso), sempre que o cadete obtiver Grau 1 em

um ou mais itens da ficha de missão. Obs.: Se o IN considerar que o Grau 1 foi caracterizado, deverá encerrar a missão, retornar imediatamente para pouso ou determinar o pouso, no caso de voo solo, e propor a atribuição do Grau 1; e

- O Grau deverá ser proposto em ficha, e caberá ao comando do Esquadrão de Instrução Aérea (EIA) a homologação do Grau Perigoso.

b) Grau 2 – DEFICIENTE: poderá ser atribuído a qualquer item avaliado da ficha de missão, de acordo com os níveis de aprendizagem previstos, quando o cadete apresentar erros que o impeçam de atingir o nível de aprendizagem previsto em um ou mais itens de avaliação.

- O Grau da missão será 2 (deficiente), sempre que o cadete obtiver Grau 2 em um ou mais itens da ficha de missão, sendo considerado reprovado na missão, devendo repeti-la, de acordo com o PIMO (Brasil, 2023), limitando-se às quantidades previstas em cada Fase/Estágio; e
- Caso o Grau 2 (deficiente) seja aplicado em missão de cheque, o cadete deverá realizar a respectiva missão de repetição e, uma vez aprovado nesta, realizar outra missão de cheque no mesmo perfil da missão de cheque anterior. Obs.: O comando da Esquadrão de Instrução Aérea (EIA) proporá a atribuição do Grau 2 em uma missão solo, em decorrência de uma atitude deficiente do cadete na referida missão, cabendo a esse comando a homologação do Grau proposto.

c) Grau 3 – SATISFATÓRIO NOS MÍNIMOS: será atribuído, de acordo com os níveis de aprendizagem, a qualquer item avaliado da ficha de missão, sempre que o cadete necessitar de muito treinamento para atingir o rendimento mínimo aceitável em qualquer exercício previsto. O Grau 3 será atribuído como Grau final da missão sempre que o desempenho geral do cadete for satisfatório nos mínimos. A utilização deste grau não se aplica à Missão de Cheque.

d) Grau 4 – SATISFATÓRIO: será atribuído a qualquer item avaliado da ficha de missão quando o cadete apresentar erros, mas atingir, com o treinamento, o nível previsto no exercício. O Grau 4 será atribuído como Grau final da missão de acordo com o desempenho geral do cadete na missão.

e) Grau 5 – BOM: será atribuído a qualquer item da ficha de missão quando o cadete apresentar poucos e pequenos erros, atingindo, com pouco treinamento, o nível previsto no exercício. O Grau 5 será atribuído como Grau final da missão de acordo

com o desempenho geral do cadete na missão.

- f) Grau 6 – EXCELENTE: será atribuído a qualquer item da ficha de missão quando o cadete demonstrar excelente domínio da aeronave e atingir com facilidade ou superar o nível previsto para o exercício.

Outrossim, o cadete será reprovado no CFOAv quando:

- a) Obter grau 1 em qualquer missão;
- b) Obter grau igual ou inferior a 2 em número de missões superior ao número de missões de repetição previstas em cada fase;
- c) Exceder a obtenção de 4 graus iguais ou inferiores a 2 em missões durante o Estágio Primário da instrução aérea.

Segundo o PIMO (Brasil, 2023), o cadete deverá cumprir, no que tange ao PS, às MAC e à FR-2, diversas missões para concluir a Instrução Primária, como mostram os Quadros 1, 2 e 3:

Quadro 1 – PS: exigências para a conclusão da Instrução Primária.

PRÉ SOLO T-25 (PS)																			
ITENS AVALIADOS	MISSÕES																R1	R2	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	X1	14	X2	X3			
Partida	O	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Táxi	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Decolagem	P	P	O	O	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Saída do tráfego	P	P	O	O	M	M	-	C	-	C	-	C	C	C	C	C	C		
Subida para a área	P	P	O	O	M	M	-	C	-	C	-	C	C	C	C	C	C		
Nivelamento	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Exercício de compensação	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Curva de pequena inclinação	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Curva de média inclinação e reversão	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-		
Subida e descida na reta	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-		
Subida e descida em curva	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-		
Baixamento de trem e flapes sist EMG	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Estol com motor na reta	-	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Estol de tráfego	-	-	-	-	P	O	-	M	-	-	-	C	C	-	C	C		M I S S Ã O  D E  R E P E T I Ç Ã O	
Parafuso	-	-	P	O	M	M	-	C	-	-	-	C	C	C	C	C	C		
Velocidade reduzida	-	-	-	P	-	O	-	M	-	-	-	C	-	C	-	-	-		
Tráfego de emergência campo prep	-	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	C	C	-	C	C			
Tráfego de emergência campo ã prep	-	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	C	C	-	C	C			
Pane a baixa altura	-	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	C	C	-	C	C			
Manuseio do check list em voo	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Orientação VOR e GPS	-	-	-	P	O	-	-	M	-	C	-	-	C	-	C	C			
Recolhimento vetorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	C	-	C	C			
Retorno da área	P	P	P	P	O	M	-	M	-	C	-	C	C	C	C	C			
Entrada no tráfego	P	P	P	O	O	M	-	M	-	C	-	C	C	C	C	C			
Curva de prioridade	-	P	-	O	-	M	-	M	-	C	-	-	-	-	-	-			
Tráfego	P	P	O	O	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Enquadramento de pista	P	P	O	O	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Final	P	P	O	O	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Arremetida no ar	-	-	-	-	P	-	O	-	M	-	C	-	C	-	C	C			
Arremetida no solo	-	-	-	-	-	-	O	-	M	-	C	-	C	-	C	C			
Pouso	P	P	P	P	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Pouso - Sem Flape	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-			
Estacionamento	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Corte do motor	O	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Inspeções e cheques	O	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Fraseologia	O	O	M	M	M	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Voo por referências visuais	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Manutenção de reta e altitude	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Orientação na área	P	P	P	P	O	O	-	M	-	C	-	C	C	C	C	C			
Correções	P	O	M	C	M	C	O	C	M	M	C	C	C	-	C	C			
Uso dos comandos	P	O	M	C	M	C	O	C	M	M	C	C	C	-	C	C			
Uso dos compensadores	P	O	M	C	M	C	O	C	M	M	C	C	C	-	C	C			
Uso do motor	P	O	M	C	M	C	O	C	M	M	C	C	C	-	C	C			
Condução do voo	P	P	P	P	O	O	-	M	-	M	-	M	C	C	C	C			
Equipagem	DC												SL	DC					
Número de pousos	1	1	1	1	1	1	10	1	10	1	10	1	3	1	3	3	Vr	Vr	
Tempo de voo	1:00	1:00	1:00	1:00	1:15	1:15	1:00	1:15	1:00	1:15	1:00	1:15	1:15	1:00	1:15	1:15	Vr	Vr	
Código da missão 01II18D...	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16			

Fonte: O autor (2024).

Legenda: C: resposta complexa; M: resposta mecânica; O: resposta orientada; P: demonstração; Vr: repetição; DC: duplo comando; SL: solo.

Quadro 2 – MAC: exigências para a conclusão da Instrução Primária.

MANOBRAS E ACROBACIAS T-25 (MAC)												
ITENS AVALIADOS	MISSÕES										R1	R2
	01	02	03	04	05	X1	07	08	X2	X3		
Partida	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Táxi	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Decolagem	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Saída do tráfego	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Subida para a área	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Nivelamento	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Curva de grande inclinação	P	O	M	M	C	-	C	C	-	-		
Recuperação de atitudes anormais	P	-	O	-	M	C	-	-	C	C		
Oito preguiçoso	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	M	M
Tunô Lento	P	O	-	M	-	C	C	C	C	C	I	I
Tunô Barril	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	S	S
Looping	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	Ã	Ã
Tráfego de emergência campo prep	-	-	C	-	C	-	-	-	-	-	O	O
Tráfego de emergência campo ã prep	C	-	-	-	-	C	-	-	C	C		
Glissada	P	O	-	M	-	C	-	-	C	C	D	D
Retorno da área	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	E
Entrada no tráfego	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Tráfego	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	R
Enquadramento de pista	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	E
Final	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	P	P
Pouso	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	E	E
Estacionamento	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	T	T
Corte do motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I	I
Inspeções e cheques	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Ç	Ç
Fraseologia	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Ã	Ã
Voo por referências visuais	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C	O	O
Manutenção de reta e altitude	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Orientação na área	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Correções	P	O	O	M	C	C	C	C	C	C		
Uso dos comandos	P	O	O	M	C	C	C	C	C	C		
Uso dos compensadores	P	O	O	M	C	C	C	C	C	C		
Uso do motor	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Condução do voo	P	O	O	M	C	C	C	C	C	C		
Equipagem	DC					SL	SL	DC				
Número de pousos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Vr	Vr
Tempo de voo	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00
Código da missão 01III19D...	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10		

Fonte: O autor (2024).

Legenda: C: resposta complexa; M: resposta mecânica; O: resposta orientada; P: demonstração; Vr: repetição; DC: duplo comando; SL: solo.

Quadro 3 – FR-2: exigências para a conclusão da Instrução Primária.

FORMATURA 02 ANV T-25 (FR2)														
ITENS AVALIADOS	MISSÕES											R1	R2	
	01	02	03	04	05	06	X1	08	09	X2	X3			
Partida	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Táxi	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Posição para decolagem	P	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Decolagem isolada	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Reunião após a decolagem	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Escalonamentos	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Básica - tobogã e curvas	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Básica - oito 30° a 45°	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Básica - oito 45° a 60°	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Básica - oito 60° a 90°	P	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C			
Cobrinha - dispersão	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Cobrinha - oito preguiçoso	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Cobrinha - reversões	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Cobrinha - reunião	P	O	O	M	M	M	C	C	C	C	C			
Cobrinha - espirrada	P	O	-	M	-	M	C	-	-	C	C			
Ataque 2 - dispersão	P	-	O	O	M	M	M	-	-	M	M			
Ataque 2 - oito preguiçoso	P	-	O	O	M	M	M	-	-	M	M			
Ataque 2 - acrobacias	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ataque 2 - reversões	P	-	O	O	M	M	M	-	-	M	M			
Ataque 2 - reunião	P	-	O	O	M	M	M	-	-	M	M			
Falha de comunicação simulada	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-			
Formatura Escalão	P	O	O	M	M	C	-	-	-	C	C			
Formatura Rota	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Dispersão no tráfego	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C			
Enquadramento de pista	P	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C			
Final	P	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C			
Pouso	P	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C			
Estacionamento	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C			
Corte do motor	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C			
Inspeções e cheques	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C			
Fraseologia	P	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C			
Sinais Visuais	P	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Correções	P	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Uso dos comandos	P	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Uso dos compensadores	P	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Uso do motor	P	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C			
Equipagem	DC							SL	SL	DC				
Número de pousos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tempo de voo	1:00	1:15	1:00	1:15	1:00	1:15	1:15	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	1:00	
Código da missão 05II05D...	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11			

Fonte: O autor (2024).

Legenda: C: resposta complexa; M: resposta mecânica; O: resposta orientada; P: demonstração; Vr: repetição; DC: duplo comando; SL: solo.

Conforme demonstrado nas tabelas acima, seguem os principais exercícios realizados pelos cadetes aviadores na instrução aérea que foram utilizados como base para a

programação do equipamento *Gyro Stim*, de modo a trazer similaridade entre o protocolo de identificação e a reabilitação vestibular com a instrução aérea.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Amostra**

A pesquisa contou com a participação de 122 cadetes, sendo 104 homens e 18 mulheres. Os voluntários tinham entre 18 e 22 anos e foram considerados aptos na inspeção de saúde da Aeronáutica. Antes de começar, os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo, bem como os riscos envolvidos. Aqueles que concordaram em participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), de acordo com as normas do Comitê de Ética, que aprovou a pesquisa sob o parecer número 6.485.204, CAAE 74323023.0.0000.8083 (Anexo A), podendo interromper sua participação a qualquer momento.

#### **4.1.1 Critérios de inclusão e exclusão**

Todos os 122 cadetes aviadores do 1º Esquadrão foram submetidos ao protocolo de identificação de aerocinetose. A partir dessa avaliação, foram definidos critérios de inclusão e exclusão para a participação no protocolo de reabilitação vestibular, sendo importante destacar que este trabalho apresenta apenas a análise dos resultados relacionados ao protocolo de identificação. Os cadetes identificados como propensos a desenvolver aerocinetose apresentaram sintomas como enjoo, vômito, tontura, sudorese, palidez, fadiga e cefaleia. Além disso, aqueles que relataram mal-estar foram incluídos para participar, em outro estudo, do protocolo de reabilitação vestibular.

### **4.2 Desenho do Estudo, Coleta e Análise de dados, Instrumento de Pesquisa e Variáveis Investigadas**

#### **4.2.1 Desenho do Estudo**

Estudo experimental conduzido com cadetes aviadores durante o Curso de Formação de Oficiais Aviadores. Procurou-se identificar associações entre variáveis fisiológicas e o desenvolvimento de aerocinetose. Os cadetes foram monitorados durante o protocolo de identificação, com coleta de dados referentes à pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca e saturação de oxigênio.

Os cadetes que apresentaram sintomas de aerocinetose foram classificados como casos, enquanto os que não relataram sintomas formaram o grupo controle. As medidas fisiológicas foram coletadas imediatamente antes e após o protocolo de identificação, buscando-se detectar alterações que indicassem maior suscetibilidade à aerocinetose.

#### 4.2.2 Coleta dos Dados

##### 4.2.2.1 Procedimentos pré-testes

No mês de outubro de 2023, ocorreu uma palestra destinada aos Cadetes Aviadores da Turma Athos, com o intuito de expor a pesquisa e recrutar voluntários interessados. Durante a exposição, foram discutidos os objetivos geral e específicos do estudo, bem como as características e potenciais aplicações do dispositivo *Gyro Stim*, juntamente com uma explicação sobre os efeitos e consequências da aerocinetose na instrução aérea.

##### 4.2.2.2 Avaliação diagnóstica

A avaliação diagnóstica foi realizada entre os dias 27 de novembro e 6 de dezembro de 2023 com todos os cadetes aviadores do 1º ano de formação. Esses militares foram submetidos ao protocolo de uso desenvolvido para o *Gyro Stim*, que se baseia em manobras e acrobacias preconizadas na instrução aérea, conforme o PIMO (Brasil, 2023) da AFA.

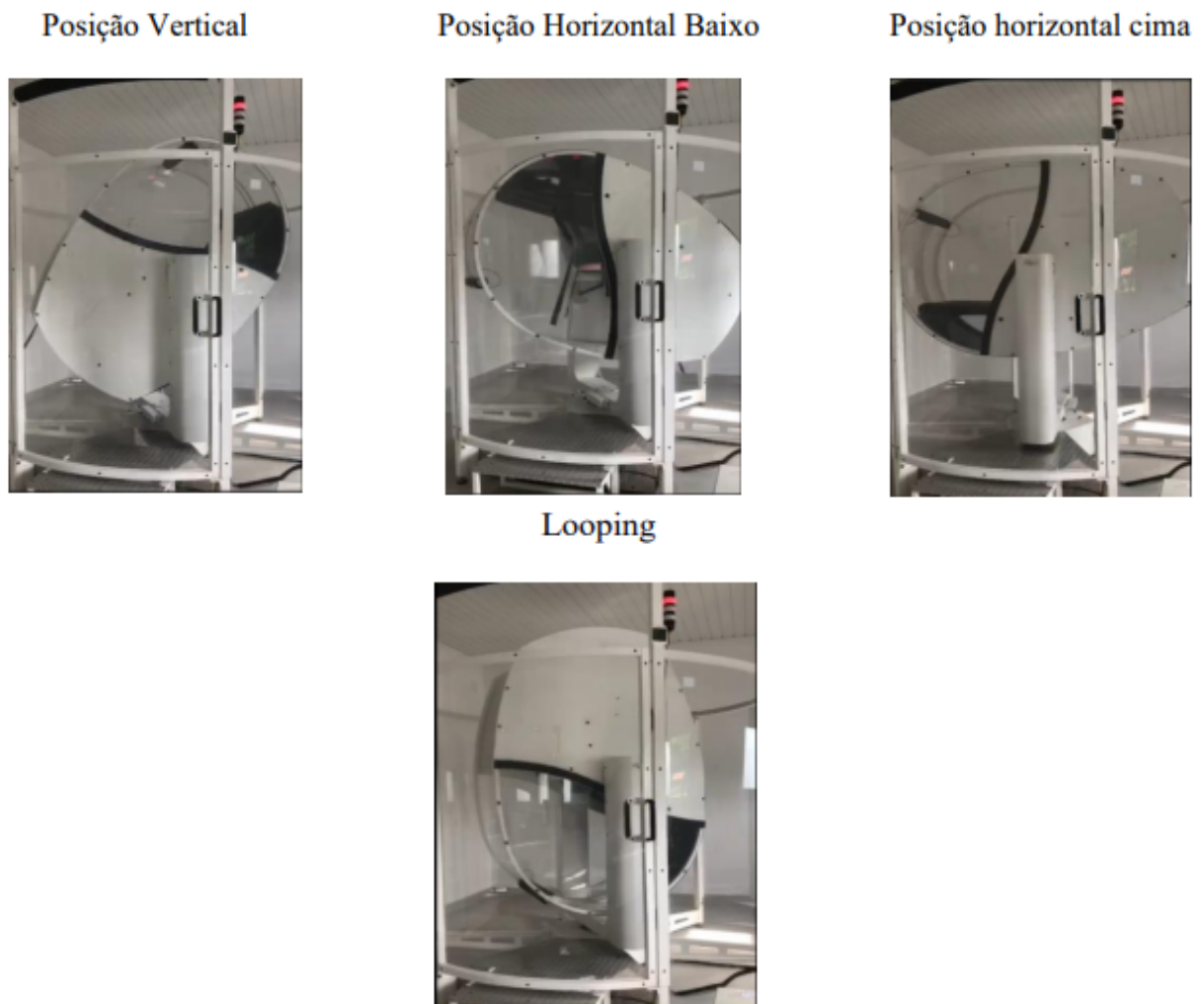
Os cadetes do 1º ano (2023) que participaram do treinamento e apresentaram sintomas relacionados com a aerocinetose foram incluídos no programa de tratamento para reabilitação vestibular, antes do início da instrução aérea no 2º ano do CFOAV.

O protocolo de identificação de cadetes aviadores suscetíveis a desenvolver aerocinetose durante a instrução primária foi desenvolvido e mensurado para evitar expor os cadetes a evolução não condizente com a instrução aérea. O objetivo principal do protocolo foi identificar os sintomas característicos da aerocinetose. Este protocolo foi desenvolvido com uma duração de 1 minuto e 41 segundos, tempo este relacionado ao número de evoluções da primeira instrução de manobras e acrobacias e está estruturado conforme o Quadro 4:

**Quadro 4** – Protocolo de identificação: descrição de movimentos e tempos.

<b>Tempo</b>	<b>Movimento</b>	<b>Observação</b>
0-11 segundos (2 segundos de reversão).	Posição vertical: 3 curvas para a direita.	Simulação de uma curva de grande inclinação.
13-24 segundos (3 segundos de ajuste do equipamento).	Posição vertical: 3 curvas para a esquerda.	Simulação de uma curva de grande inclinação.
27-38 segundos (3 segundos de ajuste do equipamento).	Posição horizontal baixo: 3 curvas para a direita.	Simulação de parafuso.
41-52 segundos (3 segundos de ajuste do equipamento).	Posição horizontal cima: 3 curvas para a direita.	Simulação de parafuso.
55 – 1 minuto e 25 segundos.	Giros verticais e laterais simultâneos: 10 giros.	Simulação de atitudes anormais.
1 minuto e 25 segundos – 1 minuto e 41 segundos.	Retorno à posição inicial do equipamento.	*

**Fonte:** O autor (2024).

**Figura 3** – Movimentos do equipamento *Gyro Stim*.

**Fonte:** O autor (2025).

Os parâmetros fisiológicos medidos antes e após a exposição ao protocolo de identificação incluíram a pressão arterial, os batimentos cardíacos e a oxigenação sanguínea. Mais especificamente, foram medidos dois componentes da pressão arterial: a pressão sistólica e a pressão diastólica. A frequência cardíaca foi avaliada em batimentos por minuto, enquanto a oxigenação sanguínea foi quantificada como um percentual de saturação de oxigênio. Essas medições foram realizadas antes e após cada sessão do protocolo, com o intuito de entender e mensurar as alterações decorrentes da exposição, especialmente em cadetes com propensão a desenvolver aerocinetose. Importa ressaltar que para a medição dos dados foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Oxímetro G-Tech, modelo OLED Graph;
- Esfigmomanômetro Missouri;
- Monitor de batimentos cardíacos G-Tech, modelo OLED Graph.

Durante o protocolo de identificação, os dados foram coletados conforme descrição contida no Quadro 5:

**Quadro 5** – Formulário de coletas de dados.

<b>FORMULÁRIO DE COLETAS DE DADOS</b>	
Número e Nome do Cadete:	Data:
Identificação do Protocolo:	
<b>DADOS FISIOLÓGICOS</b>	
<b>Pressão Arterial (mmHg)</b>	
Pressão Sistólica Antes: ___X___ Pressão Sistólica Após: ___X___	
Pressão Diastólica Antes: ___X___ Pressão Diastólica Após: ___X___	
<b>Frequência Cardíaca (batimentos por minuto)</b>	
FC Antes: _____ FC Depois: _____	
<b>Saturação de Oxigênio (percentual)</b>	
Saturação O <sub>2</sub> Antes: _____ Saturação O <sub>2</sub> Depois: _____	

Fonte: O autor (2025).

### 4.3 Protocolo de Reabilitação Vestibular

O programa de reabilitação vestibular para cadetes acometidos com aerocinetose foi composto por seis protocolos de tratamento, não validados desenvolvidos pelo autor. Cada protocolo teve a duração de aproximadamente três minutos, tendo sido baseado no tempo de exposição e nas evoluções similares a uma missão de manobras e acrobacias prevista no

PIMO.

No que tange à frequência e periodicidade, vislumbra-se a realização de pelo menos duas sessões de cada protocolo por participante antes de prosseguir para um protocolo mais avançado. Além disso, a ausência de reporte e observação dos sintomas característicos da aerocinetose, já destacados anteriormente, sendo condição para avançar ao próximo protocolo, sendo limitado a um número máximo de quatro exposições por protocolo. Desta maneira, previu-se que os cadetes deveriam realizar entre 12 e 24 sessões no equipamento *Gyro Stim*. Adicionalmente, os cadetes deverão realizar entre uma e duas sessões semanais, consoante a disponibilidade de cada um e os compromissos relacionados com a vida militar. O número de 6 protocolos de reabilitação foi definido considerando a quantidade média de missões que um cadete aviador necessita para aliviar os sintomas da aerocinetose.

As manobras e acrobacias programadas no *Gyro Stim* incluíram movimentos característicos da pilotagem de aviões militares, tais como: parafuso, *looping*, oito cubanos, *tonneau* barril, *tonneau* lento, e giros nos eixos vertical e horizontal. Vale ressaltar que a quantidade de giros foi dimensionada fazendo um paralelo semelhante com as ordens de instrução aérea contidas no PIMO da AFA.

Os protocolos de tratamento de cadetes aviadores com aerocinetose foram desenvolvidos para auxiliar na reabilitação vestibular, utilizando o equipamento *Gyro Stim*. O desenvolvimento dos protocolos foi baseado na percepção do autor e em sua experiência como instrutor de voo na AFA e de acordo com revisão de literatura referente ao tema central da presente pesquisa. Adicionalmente, buscou-se sensibilizar o sistema vestibular por meio da alternância de movimentos e velocidade de rotação. Estes protocolos visam a exposição gradual e controlada a manobras que simulam as condições encontradas durante o voo, ajudando os cadetes a se adaptarem aos sintomas da aerocinetose. Cada protocolo teve duração de aproximadamente três minutos e foi composto por uma série de giros em diferentes posições e velocidades.

### **Protocolo 1**

Os cadetes foram submetidos a giros em posição vertical e horizontal. Inicialmente, realizam seis giros para a esquerda em posição vertical, sendo dois rápidos, dois devagar e dois médios. Em seguida, foram executados seis giros para a direita na mesma posição. A próxima etapa envolveu seis giros para a direita em posição horizontal alta, novamente com variações de velocidade. Por fim, completam-se seis giros para a direita em posição horizontal baixa. Este protocolo teve a finalidade de familiarizar os cadetes com as mudanças rápidas de

direção e velocidade, fundamentais para o treinamento inicial.

### **Protocolo 2**

Os cadetes realizam algumas manobras de forma inversa ao do Protocolo 1, começando com seis giros para a direita em posição vertical, seguidos por seis giros para a esquerda na mesma posição. Depois, foram realizados seis giros para a direita em posição horizontal baixa e seis giros para a direita em posição horizontal alta. Este protocolo teve como objetivo reforçar a adaptabilidade dos cadetes a manobras de diferentes direções e posições, aumentando gradualmente a complexidade das manobras.

### **Protocolo 3**

Neste protocolo houve o aumento, a intensidade e a complexidade das manobras. Os cadetes começam em posição horizontal baixa com nove giros para a direita (três rápidos, três devagar e três médios), seguidos por nove giros para a direita em posição horizontal alta. Em seguida, realizaram nove giros para a esquerda em posição vertical e quatro giros rápidos para a esquerda em posição vertical invertida. Este protocolo introduziu a posição vertical invertida, que simula uma condição mais complexa, crucial para o desenvolvimento da resistência vestibular.

### **Protocolo 4**

Os cadetes enfrentam manobras em posição horizontal alta e baixa, começando com nove giros para a direita em cada posição, variando a velocidade entre rápidos, devagar e médios. Depois, executaram *looping* com nove giros para a frente e para trás, cada grupo de giros com variações de velocidade. Este protocolo foi projetado para simular manobras de voo mais complexas, aumentando a exposição dos cadetes a giros que requerem um maior controle vestibular.

### **Protocolo 5**

Este protocolo concentrou-se nos *loopings* e giros horizontais. Os cadetes iniciaram com nove giros para a frente em *looping*, seguidos por nove giros para trás. Em seguida, realizaram nove giros para a direita e para a esquerda em posição horizontal baixa. Este protocolo reforçou a capacidade dos cadetes de lidar com giros repetitivos e em diferentes direções, promovendo uma reabilitação mais eficaz e abrangente.

## **Protocolo 6**

Este protocolo é o mais avançado, introduzindo desorientação espacial. Os cadetes realizaram nove giros para a frente e para trás, começando com velocidades médias, depois devagar e finalmente rápidos. Em seguida, seis giros para a direita em posição horizontal alta e seis giros para a direita em posição horizontal baixa, novamente variando as velocidades. Este protocolo final consolidou a resistência vestibular dos cadetes, expondo-os a situações que simulam desorientação espacial, uma condição crítica a ser superada para garantir a segurança e o desempenho durante o voo.

Em cada protocolo, as manobras foram projetadas para aumentar gradualmente a complexidade e a intensidade, permitindo que os cadetes desenvolvam uma maior tolerância aos movimentos que normalmente causam aerocinetose. Além disso, a monitorização contínua de parâmetros fisiológicos como pressão arterial, frequência cardíaca e oxigenação sanguínea antes e após cada sessão permitiu avaliar a eficácia dos protocolos e ajustar o tratamento conforme necessário. Esse enfoque estruturado e gradual foi essencial para uma reabilitação eficaz, proporcionando aos cadetes a capacidade de enfrentar e superar os desafios da aerocinetose durante suas atividades aéreas, conforme síntese da Tabela 1.

### **4.4 Análise estatística**

As análises estatísticas dos dados foram realizadas nos softwares IBM® SPSS (versão 25) e software R (versão 4.2.0). Inicialmente, os dados foram organizados em uma planilha no Microsoft® Excel e, em seguida, as análises foram divididas em descritivas e inferenciais. As análises descritivas incluíram cálculo de média, desvio padrão e valores extremos, fornecendo uma visão geral da amostra. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk indicou a ausência de distribuição normal, o que levou à escolha de testes não paramétricos para as análises subsequentes.

O teste de Wilcoxon pareado foi utilizado para comparar os grupos de cadetes com e sem sintomas de aerocinetose, dados não paramétricos, permitindo avaliar diferenças significativas antes e após a exposição ao protocolo de identificação. Para investigar associações entre sexo e presença de sintomas, foi aplicado o teste exato de Fisher, com nível de significância de  $p < 0,05$ .

**Tabela 1** – Protocolos de tratamento de cadetes aviadores com aerocinetose.

<b>Protocolo</b>	<b>Tempo</b>	<b>Manobra</b>	<b>Manobra</b>	<b>Manobra</b>	<b>Manobra</b>	<b>Manobra</b>
<b>1</b>	3 min	Posição vertical	Posição vertical	Posição horizontal cima	Posição horizontal baixo	<i>Looping</i>
		6 giros esquerda: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros frente: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.
<b>2</b>	3 min	Posição vertical	Posição vertical	Posição horizontal baixo	Posição horizontal cima	<i>Looping</i>
		6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros esquerda: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros trás: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios
<b>3</b>	3 min	Posição horizontal baixo	Posição horizontal cima	Posição vertical	Posição vertical invertida	
		9 giros direita: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros direita: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros esquerda: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	4 giros esquerda rápidos.	
<b>4</b>	3 min	Posição horizontal cima	Posição horizontal baixo	<i>Looping</i>	Desorientação espacial	
		9 giros direita: 3 giros rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros direita: 3 giros rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros frente: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	6 giros frente: 3 médios, 3 devagar e 3 rápidos	
<b>5</b>	3 min	<i>Looping</i>	<i>Looping</i>	Posição horizontal	Posição horizontal	Posição vertical invertida
		9 giros frente: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios	9 giros trás: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros direita: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros esquerda: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios	9 giros esquerda: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios
<b>6</b>	3 min	Desorientação espacial	Desorientação espacial	Posição horizontal cima	Posição horizontal baixo	Posição vertical
		9 giros trás: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios.	9 giros frente: 3 rápidos, 3 devagar e 3 médios	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros direita: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.	6 giros esquerda: 2 rápidos, 2 devagar e 2 médios.

**Fonte:** O autor (2025).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da aplicação do protocolo de identificação de aerocinetose nos cadetes aviadores do 1º Esquadrão indicam que 24,6% dos avaliados apresentaram sintomas da condição, percentual compatível com a média internacional de 10% a 39% entre iniciantes na aviação, conforme Lucertini *et al.* (2008). O protocolo mostrou-se eficaz na identificação dos casos sem ser excessivamente agressivo, permitindo a análise das respostas fisiológicas dos cadetes e evidenciando o impacto da aerocinetose no desempenho durante a instrução aérea.

A Tabela 2 apresenta a distribuição de cadetes aviadores da Turma Athos, estratificada por sexo e pela presença ou ausência de sintomas de aerocinetose. Os dados revelam que, enquanto 79% dos homens não apresentaram sintomas, apenas 56% das mulheres permaneceram assintomáticas. Por outro lado, 21% dos homens e 44% das mulheres relataram sintomas de aerocinetose, indicando uma prevalência significativamente maior no grupo feminino. A análise estatística, com um valor de  $p = 0,0426$ , demonstrou uma associação significativa entre o sexo e a ocorrência de sintomas, sugerindo que as mulheres podem ser mais suscetíveis à condição. Esse achado está alinhado com o estudo de Lucertini *et al.* (2008), que apontam uma maior incidência de aerocinetose em mulheres. Tais resultados destacam a importância de considerar os fatores biológicos na identificação da aerocinetose.

**Tabela 2** – Presença ou ausência de sintomas de aerocinetose em cadetes aviadores segundo o sexo.

	Sem Sintomas	Com Sintomas	Total	p
<b>Homens</b>	82 (79%)	22 (21%)	104 (100%)	0,0426
<b>Mulheres</b>	10 (56%)	8 (44%)	18 (100%)	
<b>Total</b>	92 (75%)	30 (24,6%)	122 (100%)	

**Fonte:** O autor (2025).

Após aplicar o protocolo de identificação, 30 cadetes relataram sintomas relacionados à aerocinetose, o que representou 24,6% dos cadetes avaliados. Entre os sintomas mais apontados, a náusea teve a maior incidência, com 18 cadetes (14,76%). A sudorese foi relatada por 6 cadetes (4,92%), enquanto a palidez foi mencionada por 3 cadetes (3,28%). A dor de cabeça, menos frequente, foi reportada por 2 cadetes, correspondendo a 1,65% do total de cadetes avaliados, conforme se visualiza na Tabela 3.

Após aplicar o protocolo de identificação, 30 cadetes relataram sintomas relacionados à aerocinetose, o que representou 24,6% dos cadetes avaliados. Entre os sintomas mais apontados, a náusea teve a maior incidência, com 18 cadetes (14,76%). A sudorese foi relatada por 6 cadetes (4,92%), enquanto a palidez foi mencionada por 3 cadetes (3,28%). A

dor de cabeça, menos frequente, foi reportada por 2 cadetes, correspondendo a 1,65% do total de cadetes avaliados, conforme se visualiza na Tabela 3.

**Tabela 3** – Sintomas relatados pelos cadetes sintomáticos.

	Porcentagem (%)	Quantidade de Cadetes
<b>Naúsea</b>	14,76	18
<b>Sudorese</b>	4,92	6
<b>Palidez</b>	3,28	4
<b>Dor de Cabeça</b>	1,65	2
<b>Total</b>	24,61	30

Fonte: O autor (2025).

Prosseguindo na análise dos dados, a Tabela 4 compara as variáveis fisiológicas de cadetes aviadores com e sem sintomas de aerocinetose. No grupo assintomático (N = 92), não houve variações significativas na pressão arterial sistólica, diastólica, saturação de oxigênio e frequência cardíaca antes e após o protocolo, indicando que a exposição não gerou impactos fisiológicos relevantes. Já no grupo sintomático (N = 30), observaram-se mudanças significativas ( $p < 0,05$ ) na pressão arterial e na frequência cardíaca, exceto na saturação de oxigênio, que permaneceu estável. Esses resultados sugerem que cadetes com sintomas de aerocinetose apresentam respostas fisiológicas mais intensas ao estresse provocado pelo equipamento *Gyro Stim*.

Em relação à pressão sistólica, os sintomáticos tiveram variações significativas após a exposição, enquanto os assintomáticos mantiveram-se estáveis, reforçando a hipótese de uma resposta mais acentuada ao estresse no primeiro grupo. Na pressão diastólica, embora o valor de  $p = 0,054$ , não tenha atingido significância estatística, há indícios de variações no grupo sintomático. A saturação de oxigênio não apresentou alterações relevantes em nenhum dos grupos, sugerindo que a aerocinetose não afetou a oxigenação sanguínea nas condições avaliadas. Quanto à frequência cardíaca, houve uma redução significativa nos sintomáticos após a exposição, possivelmente como uma resposta adaptativa ao estresse, enquanto os assintomáticos mantiveram-se estáveis.

Em síntese, os dados indicam que cadetes com sintomas de aerocinetose tendem a apresentar respostas fisiológicas mais pronunciadas, especialmente na pressão arterial e na frequência cardíaca, em comparação aos assintomáticos. Além disso, as variações observadas nesses parâmetros, associadas à sensibilização do sistema vestibular, sugerem um possível comprometimento da capacidade de aprendizado desses indivíduos. Essas conclusões corroboram as hipóteses iniciais que motivaram o estudo.

Adicionalmente, foi realizada uma análise estatística diferenciando os sexos masculino e feminino, conforme apresentado na Tabela 5, que comparou as medidas fisiológicas dos cadetes aviadores antes e após o protocolo de identificação da aerocinetose.

No grupo feminino, composto por 18 cadetes, não foram observadas variações significativas nos parâmetros fisiológicos analisados após o protocolo de identificação de aerocinetose ( $p > 0,05$ ). Já no grupo masculino, não houve alterações significativas na pressão arterial sistólica e diastólica ( $p > 0,05$ ), indicando a estabilidade desses parâmetros após o protocolo; no entanto, a saturação de oxigênio apresentou uma redução significativa, sugerindo que a exposição ao estímulo vestibular pode ter impactado a oxigenação sanguínea.

Ao comparar os sexos, observa-se que as mulheres apresentaram maior estabilidade fisiológica após o protocolo de identificação de aerocinetose, sem variações significativas em nenhum dos parâmetros analisados ( $p > 0,05$ ). Isso sugere uma menor sensibilidade ao estresse provocado pela aerocinetose ou uma adaptação mais eficiente ao estímulo vestibular. Por outro lado, no grupo masculino, embora a pressão arterial sistólica e diastólica também tenha se mantido estável ( $p > 0,05$ ), a saturação de oxigênio registrou uma redução significativa, indicando que a exposição ao estímulo vestibular pode ter impactado a oxigenação sanguínea.

Esses resultados sugerem que o protocolo de identificação da aerocinetose afetou de forma distinta homens e mulheres, com alterações fisiológicas mais evidentes no grupo masculino. A redução significativa da saturação de oxigênio nos homens destaca a importância do monitoramento dessa variável durante atividades que estimulam o sistema vestibular.

**Tabela 4** – Comparação de variáveis fisiológicas em cadetes aviadores com e sem sintomas de aerocinetose.

Variáveis		Sem Sintomas					Com Sintomas					Geral				
		N=92					N=30					N=122				
		Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	p	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	p	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	p
Pressão Sistólica (mmHg)	Antes	117,4	14,0	140,0	90,0	0,790	114,3	10,7	140,0	90,0	0,020	116,6	13,3	140,0	90,0	0,094
	Depois	117,9	10,9	140,0	90,0		125,3	19,3	160,0	90,0		119,8	13,8	160,0	90,0	
	Variação %	1,7					10,7					3,9				
Pressão Diastólica (mmHg)	Antes	80,3	10,2	100,0	60,0	0,353	76,7	9,2	90,0	60,0	0,054	79,4	10,1	100,0	60,0	0,547
	Depois	78,9	8,3	100,0	60,0		84,3	15,0	120,0	60,0		80,2	10,6	120,0	60,0	
	Variação %	-0,3					11,8					3,1				
Saturação de Oxigênio (%)	Antes	98,3	0,9	100,0	95,0	0,099	98,2	0,9	100,0	96,00	0,102	98,3	0,9	100,0	95,0	0,250
	Depois	98,1	0,9	100,0	96,0		97,9	0,8	100,0	96,00		98,1	0,9	100,0	96,0	
	Variação %	-0,2					-0,3					-0,2				
Frequência Cardíaca (bpm)	Antes	74,2	12,8	110,0	53,0	0,850	80,7	15,3	117,0	52,0	0,035	75,8	13,7	117,0	52,0	0,183
	Depois	73,9	12,9	105,0	45,0		74,1	12,8	100,0	55,0		74,0	12,8	105,0	45,0	
	Variação %	-0,3					-6,5					-1,4				

Fonte: O autor (2025).

**Tabela 5** – Comparação das medidas fisiológicas de cadetes aviadores antes e após o protocolo de identificação de aerocinetose segundo o sexo.

Variáveis		Mulheres					Homens				
		N = 18					N = 104				
		Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	p	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	p
Pressão Sistólica (mmHg)	Antes	110,6	9,4	130,0	100,0	0,288	117,7	13,6	140,0	90,0	0,177
	Depois	116,1	15,4	140,0	90,0		120,4	13,4	160,0	90,0	
	Variação %	4,97					2,29				
Pressão Diastólica (mmHg)	Antes	75,6	11,5	90,0	60,0	0,517	80,1	9,7	100,0	60,0	0,803
	Depois	78,3	7,9	90,0	60,0		80,6	11,0	120,0	60,0	
	Variação %	3,57					0,62				
Saturação de Oxigênio (%)	Antes	98,7	0,8	100,0	98,0	0,402	98,2	1,0	100,0	95,00	0,038
	Depois	98,4	0,8	98,0	97,0		98,0	0,9	100,0	96,00	
	Variação %	-0,31					-0,21				
Frequência Cardíaca (bpm)	Antes	79,2	11,2	105,0	64,0	0,407	75,2	14,0	117,0	52,0	0,073
	Depois	80,6	10,3	100,0	60,0		72,8	12,9	105,0	45,0	
	Variação %	1,76					-3,20				

Fonte: O autor (2025)

No presente estudo, ao submeter os cadetes aviadores da Turma Athos ao protocolo de identificação de aerocinetose, observou-se que os índices de cadetes que relataram sintomas estão alinhados com os dados da literatura sobre pilotos em fase inicial de instrução. Voltolini (2013) destaca que a incidência de aerocinetose em estudantes de aviação varia de 11% a 39%. A pesquisa avaliou 105 cadetes aviadores, dos quais 3 eram mulheres e 102 homens, com idade média de 20,64 anos e uma média de 43,15 horas de instrução de voo. A prevalência de cinetose foi de 43,8%, afetando 46 cadetes. Dentre esses, 43,5% relataram sintomas em quatro ou mais missões, enquanto 4,3% apresentaram sintomas de forma constante. As manobras mais relacionadas à cinetose foram acrobacias (28 casos), parafusos (12) e curvas (11). Em relação ao desempenho, 45,6% não relataram interferência dos sintomas, mas 26,1% tiveram o desempenho prejudicado em pelo menos uma missão. Embora 58,7% dos cadetes com cinetose tenham procurado assistência médica, apenas 30,4% realizaram algum tratamento, predominando o uso de medicamentos e exercícios prescritos.

Neste trabalho, a incidência foi significativamente maior entre as mulheres (44%) em comparação aos homens (21%), conforme detalhado na Tabela 2. Esses achados corroboram pesquisas anteriores, como o estudo de Lucertini *et al.* (2008), realizado na Força Aérea Italiana, que identificou uma ocorrência de 64,8% de aerocinetose entre mulheres durante a instrução básica de voo. Ribeiro, Testa e Wecks (2000) reforçam que as mulheres têm maior propensão a sintomas labirínticos, atribuindo parte dessa suscetibilidade a fatores hormonais, especialmente durante o ciclo menstrual. Essa maior vulnerabilidade pode estar relacionada às flutuações hormonais que afetam o sistema vestibular, aumentando a sensibilidade a movimentos e, conseqüentemente, os sintomas de aerocinetose. Além disso, o estudo sugere que a anatomia e a fisiologia do sistema vestibular feminino podem contribuir para essa diferença de sexo, destacando a importância de abordagens personalizadas no tratamento e prevenção da aerocinetose em mulheres.

No contexto deste estudo, Lucertini, Verde e Trivelloni (2013) investigaram a incidência de aerocinetose em 376 pilotos estudantes da Força Aérea Italiana (336 homens e 40 mulheres) durante suas atividades iniciais de voo. O estudo foi dividido em duas partes: na primeira, analisou-se a incidência de aerocinetose em toda a amostra para determinar suas características gerais e possíveis diferenças entre homens e mulheres durante a primeira certificação de voo (Básico). A segunda parte avaliou uma subpopulação de 102 indivíduos (86 homens, 16 mulheres) ao longo de quatro anos, durante as primeiras quatro certificações de voo (totalizando cerca de 60 horas de voo). A aerocinetose foi avaliada com base no número de missões de voo afetadas por episódios de vômito. A incidência geral de

aerocinetose durante o Básico foi de 34,8%, sem diferenças significativas entre sexos. No entanto, entre os indivíduos com aerocinetose, um percentual maior de mulheres foi diagnosticado com aerocinetose (12,5% das mulheres vs. 3,3% dos homens). Intervalos de um ano entre certificações subsequentes resultaram em perda de adaptação ao ambiente de voo na maioria dos casos.

Ainda sobre o assunto, Costa (2020) abordou a redução dos sintomas de aerocinetose por meio de um tratamento fisioterapêutico focado na neuroplasticidade cerebral, com ênfase na compensação do sistema vestibular e na dessensibilização periférica. Os resultados indicaram melhora significativa nos sintomas e no desempenho operacional, evidenciando a importância de intervenções especializadas. Neste contexto, o protocolo de identificação desenvolvido neste estudo submeteu os cadetes a estímulos semelhantes aos enfrentados durante a instrução aérea, como manobras de *looping*, *tonneau* barril, parafuso e desorientação espacial, permitindo a exposição controlada a condições que podem desencadear a aerocinetose.

Esta pesquisa também evidenciou a importância do conhecimento sobre a aerocinetose. Silva e Silva (2018) aborda a aerocinetose, um distúrbio comum entre pilotos em formação, caracterizado por sintomas como náusea, tontura e vômito durante o voo. O estudo destacou que a aerocinetose é mais frequente no início do treinamento, mas tende a diminuir com a adaptação do sistema vestibular após algumas horas de exposição ao ambiente de voo. O artigo discute as abordagens profiláticas, incluindo tratamentos farmacológicos, como anti-histamínicos e anticolinérgicos, e não farmacológicos, como a reabilitação vestibular, que é considerada a mais eficaz. A reabilitação vestibular envolve exercícios repetitivos que promovem a dessensibilização dos órgãos sensoriais aos estímulos que causam os sintomas. Além disso, são mencionadas técnicas comportamentais, como o controle da respiração, que demonstram eficácia imediata e sem efeitos colaterais. O estudo também enfatiza a importância da motivação e do envolvimento do aluno durante o treinamento, fatores que podem reduzir os impactos da aerocinetose no desempenho. Por último, o artigo ressalta a necessidade de os instrutores estarem atentos aos sintomas da doença e oferecerem orientações adequadas, garantindo um ambiente de aprendizagem seguro e eficaz para os futuros pilotos.

Como produto deste mestrado, foram implementados um centro de reabilitação vestibular na Academia da Força Aérea (AFA), o protocolo de identificação de aerocinetose e seis protocolos de reabilitação vestibular. Essas iniciativas visam promover a adaptação dos cadetes e minimizar os impactos da aerocinetose na instrução aérea, contribuindo para a

segurança e o desempenho operacional dos futuros pilotos.

**Figura 4** – Centro de Reabilitação Vestibular – Academia da Força Aérea.



**Fonte:** O autor (2025).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aerocinetose é uma condição que impacta significativamente o desempenho dos cadetes aviadores, especialmente nas fases iniciais de sua formação. A identificação precoce dos sintomas e a aplicação de protocolos de reabilitação vestibular são fundamentais para mitigar os efeitos negativos dessa condição, sendo observado uma maior suscetibilidade à aerocinetose entre as mulheres.

Outrossim, como resultado deste trabalho, foi implementado um Centro de Reabilitação Vestibular na AFA, consolidando os achados deste estudo e contribuindo para o aumento dos níveis de adaptação fisiológica e desempenho humano operacional dos cadetes durante a instrução aérea. Além disso, outros dois produtos inerentes a esta pesquisa foram desenvolvidos: o protocolo de identificação, que visa identificar precocemente os cadetes aviadores com propensão à aerocinetose na instrução aérea, permitindo que adotem tratamentos diversos para minimizar os efeitos quando iniciarem, de fato, a instrução aérea; e seis protocolos de reabilitação vestibular, com o objetivo de expor o sistema vestibular dos aviadores identificados, permitindo sua adaptação progressiva para melhor desempenho na atividade aérea. Essas iniciativas buscam garantir uma formação mais segura e eficiente, reduzindo os impactos da aerocinetose no treinamento dos futuros pilotos.

É importante destacar que entre os 122 cadetes avaliados, 30 (24,6%) apresentaram sintomas de aerocinetose, com náusea sendo o mais frequente (14,8%). Após a exposição, não foram observadas mudanças significativas no sexo feminino. Nos homens, a única variável significativa foi a saturação de oxigênio. Outrossim, a frequência cardíaca também não apresentou variação significativa. Esses resultados sugerem que, embora a aerocinetose seja um distúrbio comum entre os cadetes, seus efeitos fisiológicos podem variar de acordo com o sexo e as características individuais. A implementação de estratégias de reabilitação vestibular e a identificação precoce dos sintomas são essenciais para mitigar os impactos da aerocinetose, garantindo um treinamento mais seguro e eficaz para os futuros pilotos.

É fundamental destacar que este estudo não encerra a discussão sobre a aerocinetose, assim como a implementação do equipamento *Gyro Stim* na AFA. Novas pesquisas devem ser conduzidas, especialmente no que tange à eficácia dos protocolos de reabilitação vestibular propostos, a fim de avaliar a eficiência do equipamento e aprimorar sua aplicação. Além disso, é importante ressaltar que uma das limitações deste estudo foi o número reduzido de mulheres participantes, o que pode impactar a generalização dos resultados. Outro aspecto que não foi levado em consideração foi a questão do ciclo hormonal das mulheres, incluindo

variações relacionadas ao ciclo menstrual, que podem influenciar diretamente na susceptibilidade à aerocinetose e na resposta aos tratamentos propostos, futuros estudos devem estar atentos a esta variável.

Além disso, como aspecto que poderia ter sido incluído na pesquisa, outras análises estatísticas adicionais poderiam ter sido realizadas a fim de elucidar possíveis correlações entre os principais sintomas da aerocinetose (dor de cabeça, palidez, sudorese e náusea). Nesse contexto, seria pertinente investigar a significância estatística das relações entre esses sintomas no grupo sintomático, com o objetivo obter mais informações sobre os sintomas. Tal abordagem poderia fornecer informações complementares sobre a interação entre os sintomas, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada e abrangente da aerocinetose.

Este estudo destacou a relevância da identificação precoce e do desenvolvimento de protocolos com o potencial de ajudar na adaptação vestibular dos cadetes à instrução aérea e na mitigação da aerocinetose, contribuindo para o desempenho dos cadetes aviadores, especialmente na instrução aérea primária. A implementação de um Centro de Reabilitação Vestibular na AFA e a criação de protocolos específicos para identificação e reabilitação representam avanços significativos no tratamento e prevenção da aerocinetose. Essas iniciativas não apenas reduzem os sintomas, mas também promovem uma adaptação mais rápida e eficiente ao ambiente de voo, garantindo maior segurança e eficácia durante o treinamento. Além disso, a continuidade de pesquisas nessa área é fundamental para aprimorar as estratégias de intervenção, considerando as particularidades individuais e as respostas fisiológicas dos cadetes.

## REFERÊNCIAS

- BERTOL, E.; RODRÍGUEZ, C. A. Da tontura à vertigem: uma proposta para o manejo do paciente vertiginoso na atenção primária. **Revista da APS**, v. 11, n. 1, p. 62-73, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/14178>. Acesso em: 07 out. 2024.
- COSTA, A. C. A. D. da. Aerocinetose e Fisioterapia. **Revista Científica do Hospital de Aeronáutica de Canoas**, v. 1, n. 1, p. 21-25, 2020. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/haco/index.php/revista-cientifica-do-hospital-de-aeronautica-de-canoas>. Acesso em: 27 out. 2024.
- COWINGS, P. S.; TOSCANO, W. B.; MILLER, N. E.; REYNOSO, S. Autogenic-feedback training as a treatment for airsickness in high-performance military aircraft: Two case studies. **National Aeronautics and Space Administration**, v. 1, p. 1-22, mar. 1994. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19940028562.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2024.
- BRASIL. Força Aérea Brasileira. Instituto de Medicina Aeroespacial Brigadeiro Médico Roberto Teixeira. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional – PIMO 2023**.
- HAIN, T. C.; RAMASWAMY, T. S.; HILLMAN, M. A. Anatomia e fisiologia do sistema vestibular normal. In: HERDMAN, S. J. **Reabilitação vestibular**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2002.
- LINDSETH, G.; LINDSETH, P. D. The relationship of diet to airsickness. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 66, n. 6, p. 537-541, jun. 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7646403/>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- LOPES, F. P. da C. **Reabilitação vestibular no ambiente e abordagem do método pilates e seus acessórios**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.
- LUCERTINI, M.; LUGLI, V.; CASAGRANDE, M.; TRIVELLONI, P. Effects of airsickness in male and female student pilots: adaptation rates and 4-year outcomes. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 79, n. 7, p. 677-684, jul. 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18619127/>. Acesso em: 01 ago. 2022.
- LUCERTINI, M.; VERDE, P.; TRIVELLONI, P. Rehabilitation from Airsickness in Military Pilots: Long-Term Treatment Effectiveness. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 84, n. 11, p. 1196-1200, nov. 2013. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/asma/asm/2013/00000084/00000011/art00013?crawler=true&mimetype=application/pdf>. Acesso em: 26 jul. 2022.

OLIVEIRA, J. L. de. **Aerocinetose na Aviação Civil e suas implicações na formação do piloto comercial**. 2013. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Faculdade de Tecnologia e Ciências, Salvador, Bahia, 2013.

RIBEIRO; TESTA, J. R. G.; WECKS, L. L. M. Labirintopatias na mulher. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 57, p. 456-462, 2000. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-317009>. Acesso em: 22 set. 2024.

SHUPAK, A.; GORDON, C. R. Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention, and treatment. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, v. 77, n. 12, p. 1213-1223, dez. 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17183916/>. Acesso em: 28 jul. 2023.

SILVA, J. P. de S.; SILVA, T. A. da. Aerocinetose e seus efeitos na instrução de pilotos privados. **Revista Conexão Sipaer**, v. 9, n. 2, p. 82-94, 2018. Disponível em: <http://conexaosipaer.com.br/index.php/sipaer/article/viewFile/508/421>. Acesso em: 25 jul. 2023.

VOLTOLINI, M. M. de F. D. Avaliação da aerocinetose em cadetes da aeronáutica brasileira. **Revista da Universidade da Força Aérea**, v. 26, n. 33, p. 6-14, dez. 2013. Disponível em: [https://www2.fab.mil.br/unifa/images/revista/pdf/ed\\_33.pdf](https://www2.fab.mil.br/unifa/images/revista/pdf/ed_33.pdf). Acesso em: 30 jul. 2023.

WIKIMEDIA COMMONS. **Anatomia do ouvido interno**. 2018. Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Anatomia\\_do\\_ouvido\\_interno.png](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Anatomia_do_ouvido_interno.png). Acesso em: 16 jul. 2024.

**APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)****UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESEMPENHO HUMANO  
OPERACIONAL****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
(ITEM IV DA RESOLUÇÃO 466/2012 DO CNS)**

Consentimento formal de participação no Projeto de Pesquisa intitulado:  
REABILITAÇÃO VESTIBULAR E SEUS EFEITOS NO DESEMPENHO OPERACIONAL  
DE CADETES AVIADORES DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA COM  
AEROCINETOSE

**Orientador do projeto:** Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos

**Responsável pelo projeto, pela coleta de dados e informações do Termo de  
Consentimento Livre e Esclarecido:** Maj Av Frederico Augusto Martins Gori

Venho por meio deste Termo de Consentimento convidá-lo a participar voluntariamente da pesquisa intitulada “Reabilitação vestibular e seus efeitos no desempenho operacional de cadetes aviadores da Academia da Força Aérea com Aerocinetose”.

Este projeto visa analisar o impacto no desempenho humano operacional de cadetes aviadores com sintomas relacionados a aerocinetose. Adicionalmente, será realizado um programa de reforço do sistema vestibular de modo a verificar a eficácia em reduzir a incidência de aerocinetose na instrução aérea da AFA.

A participação na pesquisa envolverá a realização de testes de avaliação do sistema vestibular, bem como de questionários para avaliar a presença de sintomas relacionados a aerocinetose antes e depois da intervenção. A intervenção consistirá em um programa de reabilitação vestibular, que será realizado durante o período de instrução aérea dos cadetes aviadores.

Os riscos potenciais associados à participação nesta pesquisa incluem a possibilidade de desconforto ou tontura durante os testes vestibulares. No entanto, esses riscos são considerados baixos e serão minimizados por meio da supervisão profissional.

Eu confirmo que tive a oportunidade de esclarecer todas as minhas dúvidas sobre a pesquisa com o(a) pesquisador(a) responsável e que todas as minhas dúvidas foram respondidas satisfatoriamente.

Adicionalmente, fui informado que a qualquer momento posso por livre e espontânea

vontade abandonar a pesquisa.

**Ao assinar este termo de consentimento, eu confirmo que li e entendi todos os aspectos da pesquisa e concordo voluntariamente em participar da pesquisa.**

### **Procedimentos das avaliações**

Antes da avaliação, o participante receberá instruções e orientações específicas quanto ao procedimento das avaliações. Seguem as avaliações a serem realizadas:

1) Simulação das manobras e acrobacias (*looping*, *tonneau* barril, *tonneau* lento, oito cubano, parafuso, dentre outros) realizadas na instrução aérea por meio do equipamento *Gyro Stim*.

2) O tempo estimado do treinamento é de 05 minutos, sendo 30 giros nos sentidos horizontais e verticais.

3) Caso incluído no programa de treinamento do reforço do sistema vestibular, o treinamento será realizado por no mínimo 16 semanas, 2 treinamentos semanais.

3) Serão coletados dados relacionados ao batimento cardíaco, pressão arterial e oxigenação do sangue durante a coleta de dados.

---

Voluntário

---

Frederico Augusto Martins Gori  
Responsável pelo Projeto

---

Prof. Dr. Fábio Angioluci Diniz Campos  
Orientador do projeto

Pesquisador responsável: Maj Av Frederico Augusto Martins Gori  
Rua: Alameda dos Guaranis 1737, Cidade Jardim, Pirassunga-SP  
CEP 13563-632  
Telefone: (19) 99970-6030  
RG: 547673 – CPF: 06930008648  
Profissão: Militar  
Cargo: Maj  
Instituição: AFA  
E-mail: augustofamg@fab.mil.br

## ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DA REABILITAÇÃO VESTIBULAR NO DESEMPENHO OPERACIONAL DE CADETES AVIADORES DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA COM AEROCINETOSE

**Pesquisador:** FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 74323023.0.0000.8083

**Instituição Proponente:**

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.485.204

#### Apresentação do Projeto:

A aerocinetose é uma síndrome que acomete muitos aviadores em início de instrução, podendo ser caracterizada como uma discordância sensorial do corpo humano. Essa síndrome é desencadeada por variações verticais, rotativas e angulares da aeronave, potencializada por condições adversas, como alteração de pressão, temperatura do cockpit, cheiro de gasolina na nacele, o que provoca mal-estar no piloto em instrução, impactando negativamente o desempenho humano operacional do cadete (aluno) aviador. Na Academia da Força Aérea (AFA), o cadete aviador realiza a instrução aérea nos 2º e 4º anos de formação, nas aeronaves Neiva T-25 Universal e Embraer-312 Tucano T-27. Durante a formação operacional, são realizadas 34 missões na formação primária T-25, sendo 16 pré-solo (PS), 10 manobras e acrobacias (MAC) e 8 formaturas (FR) 2 aeronaves –, totalizando, aproximadamente, 43 horas de voo. Na formação básica T-27, os cadetes realizam 14 missões PS, 13 MAC, 12 FR 2 aeronaves, 4 FR 4 aeronaves, 18 instrumentos e 7 navegações aéreas, totalizando, aproximadamente, 110 horas de voo. O Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA prevê missões de alta complexidade, exigindo retenção de conhecimento da instrução para que o aviador possa progredir satisfatoriamente na instrução aérea. Nesse contexto, cadetes aviadores com sintomas de aerocinetose apresentam possível decréscimo de rendimento, afetando, por conseguinte, o seu desempenho técnico-profissional. A incidência de aerocinetose em cadetes aviadores varia entre 10% e 20%, de acordo com dados coletados pelas Forças Aéreas norte-

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



FACULDADE CERES -  
FACERES



Continuação do Parecer: 6.485.204

americana e alemã, e 31%, conforme dados da Força Aérea suíça. Importa mencionar que registros anteriores da Força Aérea israelense mostram uma incidência de 46%. Essa variabilidade pode ser explicada pela inconsistência dos

critérios para diagnosticar a aerocinetose. Muitas vezes, apenas o vômito é considerado como sintoma, enquanto os sintomas cognitivos são raramente considerados (SAMUEL; TAL, 2015). Ressalta-se que características individuais estão correlacionadas a uma maior probabilidade de ocorrência da aerocinetose, a saber: disfunções no sistema vestibular, fatores alimentares, aspectos emocionais e psíquicos, sexo, ciclo menstrual feminino (potencializado pelo uso de contraceptivos orais), além de fatores externos relacionados à temperatura do cockpit e às condições atmosféricas, como a existência de térmicas que desestabilizam o voo da aeronave (LUCERTINI; VERDE; TRIVELLONI, 2013). As manifestações corpóreas mais evidentes são náuseas e vômitos, relativas, normalmente, à irritação epigástrica. Esta, por sua vez, associa-se à fadiga, à apatia e ao mal-estar. Adicionalmente, outros sintomas podem ser perceptíveis, como palidez, sudorese acentuada, além de dificuldade de concentração e de gerenciamento de múltiplas tarefas, essenciais no aprendizado da instrução aérea militar. Salienta-se que a intensidade e a gravidade dos sintomas supracitados se relacionam com a capacidade do piloto de se adequar às diversidades do ambiente aéreo (temperatura e pressão), além da capacidade física de recuperação de cada cadete (BEZERRA; AZEVEDO NETO; CAMPOS, 2014). Como mostra a literatura, o piloto acometido por sintomas de aerocinetose deve procurar tratamentos diversos, como a reabilitação vestibular, a adequação alimentar para atividade aérea e o acompanhamento psicológico. Esses tratamentos visam mitigar a ansiedade, o nervosismo e a sobrecarga autoprovocada, comuns na fase inicial do voo. Em último caso, sob prescrição médica, aplica-se o tratamento farmacológico para redução dos sintomas, não existindo um medicamento específico para aerocinetose. Reforça-se que alguns fatores estão diretamente vinculados ao aparecimento de sintomas de aerocinetose, quais sejam: emocionais; características pessoais (sobrecarga autoprovocada, nervosismo excessivo e ansiedade por parte do piloto em instrução); voos com instrutores com perfil e histórico de impaciência e irritabilidade excessiva; condições atmosféricas (térmicas e calor excessivo). É importante evidenciar que os sintomas de aerocinetose implicam diminuição do nível de consciência situacional do piloto em instrução, com implicações diretas na segurança de voo, visto que o cadete com náusea, ou vomitando, perde significativamente sua capacidade de distinguir outros tráfegos voando na área de instrução, bem como de ouvir instruções do órgão de controle. No programa de instrução, ele deverá ser capaz de voar sozinho e, obrigatoriamente,

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



FACULDADE CERES -  
FACERES



Continuação do Parecer: 6.485.204

cumprir todos os exercícios de elevada complexidade previstos na ordem de instrução, além de ser capaz de prover a separação de tráfego de outras aeronaves na área de instrução. O interesse por esta temática surge da experiência do pesquisador como instrutor de voo na AFA, ao perceber o impacto negativo dos sintomas de aerocinetose no desempenho do instruído na atividade aérea. Outro fator motivador é a possibilidade de,

com esta proposta de pesquisa, identificar precocemente cadetes com propensão à erocinetose, de modo a atuar antecipadamente, visando à melhora do desempenho humano operacional na instrução aérea.

Espera-se, ainda, aumentar o nível de segurança. Diante disso, este projeto propõe identificar, por meio de formulário, o número de cadetes suscetíveis a sintomas de aerocinetose, correlacionando o desempenho desses indivíduos com o dos demais integrantes de sua turma de formação, de modo a verificar os impactos da aerocinetose no desempenho dos cadetes aviadores da AFA. Para tanto, propõe-se um programa de treinamento associado a um programa nutricional específico, sem a utilização de fármacos, a fim de mensurar a eficiência desse tipo de procedimento e melhorar o desempenho dos pilotos durante o Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAV). Espera-se, assim, aumentar o desempenho técnico-profissional dos cadetes aviadores na instrução aérea mediante a diminuição da ocorrência de sintomas de aerocinetose. Salienta-se, ainda, os benefícios econômicos advindos desta proposta de pesquisa para a Força Aérea Brasileira (FAB), considerado o número de abortivas e voos deficientes decorrentes desses sintomas. Destaque-se que, na instrução primária (T-25), o custo da hora de voo é de 470 dólares, e na instrução básica (T-27), 970 dólares, podendo variar de acordo com o preço internacional do barril de petróleo. A guisa de conclusão, argumenta-se a favor da implementação de um programa de mitigação dos sintomas de aerocinetose, o que poderá trazer ganhos ao desempenho humano operacional dos cadetes em voo de instrução. Entende-se que esse processo resulta em economia de recursos para a FAB, em razão da diminuição do número de abortivas e voos deficientes motivados por esses sintomas. Ademais, amplia-se o nível de segurança da instrução de voo, em virtude da melhora do nível de consciência situacional

Um programa de reabilitação do sistema vestibular para cadetes aviadores da AFA seria eficaz para reduzir os índices de aerocinetose na instrução aérea.

**METODOLOGIA:** Será realizada uma palestra inicial para exposição do estudo e convocação dos voluntários. A apresentação contemplará os objetivos gerais e específicos deste trabalho (itens 5.1 e 5.2

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



FACULDADE CERES -  
FACERES



Continuação do Parecer: 6.485.204

deste projeto), além da apresentação do equipamento GyroStim. A avaliação diagnóstica será realizada com todos os cadetes aviadores do 1º Esquadrão. Esses militares serão submetidos ao protocolo de uso desenvolvido para o equipamento Giro Stím, que se baseia em manobras e acrobacias preconizadas na instrução aérea, conforme o Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA. Dessa forma, os cadetes do 1º ano (2023) que participarem do treinamento e apresentarem sintomas relacionados à aerocinetose serão submetidos ao programa de treinamento para reabilitação vestibular, antes do início da instrução aérea no 2º ano do CFOAV. Vale salientar que os cadetes 2º ano (2024) serão acompanhados pela Seção Aero Médica do EIA, bem como seus desempenhos, a fim de avaliar a eficácia do treinamento em comparação com o grupo controle. Este último será composto por cadetes do 2º ano (2023) que apresentarem aerocinetose e não tiveram acesso ao programa de treinamento supracitado. Ressalta-se que as missões aéreas realizadas por ambos os grupos serão similares. Paralelamente, os cadetes do 3º ano (2023) que apresentaram aerocinetose na instrução primária do T-25, em 2022, serão submetidos ao protocolo de uso para o equipamento GyroStim, de modo a observar se a ocorrência de aerocinetose se repetirá na instrução básica T-27, em 2024. E ainda, será comparado o desempenho na instrução aérea dos cadetes do 4º ano, em 2023, que apresentaram aerocinetose, com os cadetes do 4º ano, em 2024. Por fim, será analisado se os cadetes com aerocinetose obtiveram classificação para escolher a aviação de sua especialização. O protocolo de uso terá como base a programação do equipamento GyroStim, para realizar

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



FACULDADE CERES -  
FACERES



Continuação do Parecer: 6.485.204

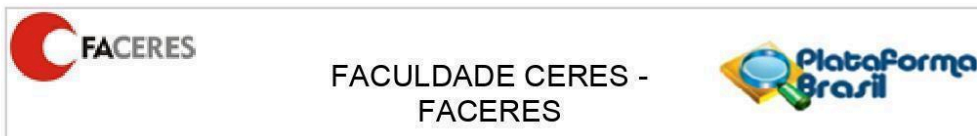
as manobras e acrobacias utilizadas na instrução aérea do T-25 e do T-27. Adicionalmente, serão incluídos óculos de realidade virtual, com a filmagem sincronizada das acrobacias, de modo a conferir maior realidade ao treinamento. O protocolo de avaliação para detecção da aerocinetose será realizado em uma única oportunidade para os Cadetes do 1º ano. Além disso, o treinamento para reabilitação do sistema vestibular dos cadetes acometidos com aerocinetose será realizado durante o período de 16 semanas

**Metodologia de Análise de Dados:** Os dados serão coletados durante a realização das sessões de treinamento e incluirão informações sobre a duração e a intensidade das manobras e acrobacias realizadas no Giro Stim, bem como a quantidade de giros nos eixos vertical e horizontal. Também, serão coletados dados fisiológicos dos cadetes, como a pressão arterial e a oxigenação, antes e após o treinamento, para verificar possíveis alterações nos parâmetros fisiológicos relacionados à ocorrência de aerocinetose. Esses dados serão analisados para entender melhor o comportamento

#### CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Para o estudo, serão incluídos cadetes aviadores dos quatro esquadrões da AFA, com a inspeção de saúde válida, que estiverem voando no 2º Esquadrão de Instrução Aérea – EIA (2º Ano) e no 1º EIA (4º Ano). Adicionalmente, serão incluídos os cadetes do 1º ano, que ainda não iniciaram a atividade aérea. Além disso, serão incluídos cadetes do 3º ano que foram acometidos por aerocinetose durante a instrução aérea no 2º ano de formação da AFA. Menciona-se que todos os voluntários do estudo serão informados sobre os objetivos e procedimentos para a colaboração com a pesquisa. Ficarão cientes que, em qualquer momento do programa, poderão abandonar o estudo, sem maiores prejuízos. Todos os participantes

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



Continuação do Parecer: 6.485.204

preencherão

uma declaração, afirmando, por escrito, o seu livre consentimento de participação. O Quadro 1 apresenta um resumo dos grupos previstos e tipos de intervenção para o presente estudo.

**CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:** Serão excluídos do grupo amostral os cadetes aviadores desligados do curso de formação de oficiais aviadores e que, por motivos diversos, não puderem comparecer a execução do treinamento proposto, além daqueles que apresentarem patologias, lesões ou outros quadros clínicos que os impeçam de realizar o treinamento

**Riscos:**

Náusea, tontura, vômito durante as seções de treinamento proposto.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

##### **OBJETIVO PRIMÁRIO:**

Mensurar a eficiência de um programa de treinamento específico para cadetes aviadores dos estágios primário (T-25) e básico (T-27) da Academia da Força Aérea acometidos com sintomas de aerocinetose (náuseas, vômito, apatia e perda de consciência situacional) por meio do equipamento Giro Stim.

##### **OBJETIVO SECUNDÁRIO:**

1. Identificar os cadetes aviadores que apresentaram sintomas de aerocinetose na instrução aérea primária e básica (idade e sexo), além de definir o percentual médio de cadetes com aerocinetose por turma de formação; 2. Analisar os principais fatores que contribuem para o aparecimento da aerocinetose nos cadetes aviadores (disfunção vestibular, alimentação, fator psicológico); 3. Identificar as fases de voo com maior incidência de aerocinetose (PS, MAC, FR 2 e 4 aeronaves, navegação e voo por instrumento) e os exercícios na instrução aérea com maior incidência de aerocinetose (looping, tonneau barril, tonneau lento, etc.); 4. Criar um protocolo de uso para o equipamento GyroStim e verificar a eficácia do treinamento com os cadetes aviadores; 5. Elaborar um programa de treinamento para cadetes voluntários do 1º ano e verificar a taxa de aparecimento de aerocinetose no início da instrução aérea, verificando a percepção de sintomas entre os cadetes que cumpriram e os que não cumpriram o programa de treinamento, além de seu

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



Continuação do Parecer: 6.485.204

rendimento na instrução aérea.6. Comparar o desempenho humano operacional dos cadetes com aerocinetose que não tiveram acesso ao programa com os cadetes com aerocinetose submetidos ao treinamento.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**RISCOS:**

Riscos: Náusea, tontura, vômito durante as seções de treinamento proposto. Benefícios:

**BENEFÍCIOS:**

Realizar a reabilitação do sistema vestibular de modo que o cadete aviador não sinta os sintomas de aerocinetose durante a instrução aérea, melhorando o seu desempenho humano operacional.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A amostra será composta por Cadetes Aviadores do 1º, 2º, 3º e 4º anos da AFA, na faixa etária de 18 a 25 anos, de ambos os sexos. O número total de participantes será de 450 cadetes aviadores. Para o estudo, serão incluídos cadetes aviadores dos quatro esquadrões da AFA, com a inspeção de saúde válida, que estiverem voando no 2º Esquadrão de Instrução Aérea – EIA (2º Ano) e no 1º EIA (4º Ano). Adicionalmente,

serão incluídos os cadetes do 1º ano, que ainda não iniciaram a atividade aérea. Além disso, serão incluídos cadetes do 3º ano que foram acometidos por aerocinetose durante a instrução aérea no 2º ano de formação da AFA.

Tamanho da Amostra no Brasil: 450 Os dados serão coletados durante a realização das sessões de treinamento e incluirão informações sobre a duração e a intensidade das manobras e acrobacias realizadas no Giro Stim, bem como a quantidade de giros nos eixos vertical e horizontal.

Também, serão coletados dados fisiológicos dos cadetes, como a pressão arterial e a oxigenação, antes e após o treinamento, para verificar possíveis alterações nos parâmetros fisiológicos relacionados à ocorrência de aerocinetose. Esses dados serão analisados para entender melhor o comportamento do corpo humano em situações de estresse provocadas por manobras e acrobacias aéreas. Além disso, serão analisadas as informações coletadas através do uso de óculos de realidade virtual, incluindo filmagens sincronizadas das manobras e acrobacias programadas e a sonorização correspondente, para proporcionar uma experiência mais realista aos cadetes durante o programa de reabilitação vestibular.

Os resultados obtidos através da análise dos dados serão úteis para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e tratamento da aerocinetose, bem como para a melhoria da segurança e do desempenho dos cadetes durante a instrução aérea na AFA. E mais, as informações coletadas poderão ser utilizadas em pesquisas futuras na área de aviação e saúde humana, em situações de

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br

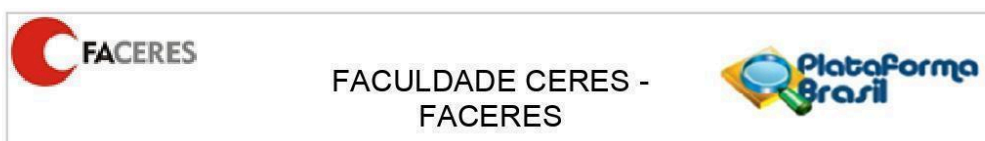
**Considerações Finais a critério do CEP:**

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2155174.pdf	24/10/2023 18:16:58		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Texto_Projeto.pdf	24/10/2023 18:16:12	FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	24/10/2023 18:11:34	FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI	Aceito
Folha de Rosto	Folha.pdf	18/09/2023 20:51:56	FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI	Aceito
Orçamento	FONTE_DE_FINANCIAMENTO_assinado.pdf	24/08/2023 21:27:40	FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARCAO_DE_RESPONSABILIDADE_DO_PESQUISADOR_assinado.pdf	01/08/2023 22:11:42	FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI	Aceito

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br



Continuação do Parecer: 6.485.204

Declaração de concordância	Autorizacao.pdf	14/06/2023 15:53:36	FREDERICO AUGUSTO MARTINS GORI	Aceito
----------------------------	-----------------	------------------------	--------------------------------------	--------

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO JOSE DO RIO PRETO, 06 de Novembro de 2023

---

**Assinado por:**  
**Tamara Veiga Faria**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Anísio Haddad, nº 6.751 - Bloco: Acadêmico/Administrativo Tel.: (17) 3201-8200 Ramal.: 8223  
**Bairro:** Jardim Francisco Fernandes **CEP:** 15.090-305  
**UF:** SP **Município:** SAO JOSE DO RIO PRETO  
**Telefone:** (17)3201-8200 **Fax:** (17)3201-8200 **E-mail:** cep@faceres.com.br