



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

PATRICIA BEZERRA LAMEGO ALVES

**Análise e eficiência do treinamento aquático na sintomatologia do
Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea.**

Rio de Janeiro
2023

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

PATRICIA BEZERRA LAMEGO ALVES

**Análise e eficiência do treinamento aquático na sintomatologia do
Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desempenho Humano Operacional da Universidade da Força Aérea, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Desempenho Humano Operacional. Área de Concentração: Desempenho Humano Operacional.
Orientador: Prof. Dr Thiago A. Rochetti Bezerra

Rio de Janeiro
2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da UNIFA

Alves, Patricia Bezerra Lamego

A474a Análise e tratamento do Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea por meio de exercícios aquáticos / Patricia Bezerra Lamego Alves. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2022.

54 p.: il., enc.

Orientador: Prof. Dr. Thiago A. Rochetti Bezerra.

Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2022.

Referências: p. 42 - 43

1. Barotrauma. 2. Medicina Aeroespacial. 3. Ouvido Médio. 4. Aviação Militar I. Título. II. Bezerra, Thiago A. Rochetti. III. Universidade da Força Aérea.

CDU: 358.4:797

Patricia Bezerra Lamego Alves

Análise e tratamento do Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea por meio de exercícios aquáticos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desempenho Humano Operacional da UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA para a obtenção do título de Mestre em Desempenho Humano e Operacional.


Área de Concentração: Desempenho Humano Operacional

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Thiago Augusto Rochetti Bezerra

Instituição: UNIFA

Assinatura: 

Documento assinado digitalmente

Prof. Dr. Alexander Barreiros Cardoso Bomfim



ALEXANDER BARREIROS CARDOSO BOMFIM
Data: 03/04/2023 22:23:18-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Instituição: UNIFA

Assinatura: _____

Prof. Dr. Rodrigo Romero Faria Santos

Instituição: IFSUL

Assinatura: 

Rio de Janeiro
Junho de 2023

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, Acir e ao meu marido Felipe, os militares mais admiráveis e inspiradores que já conheci.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus filhos, Isadora e Lorenzo, por serem meu incentivo e minha força para crescer e nunca desistir. Ao meu marido Felipe, pela incansável paciência, compreensão e apoio incondicional diante de tantos dias ausentes, devido a este mestrado. Aos meus Pais e minha família pelo suporte e torcida durante toda a minha vida. Ao meu Orientador Thiago Rochetti, pela oportunidade, por não ter desistido, pela ajuda e amizade durante o processo. Ao Major Daniel Lorenzetto, do GOST-PR pela grande contribuição e orientações referentes ao treinamento de mergulho. Aos meus amigos da AFA, e à Força Aérea Brasileira minha eterna admiração e gratidão por tantos desafios e realizações.

RESUMO

O Barotrauma de ouvido médio é uma patologia muito frequente na aviação, tal patologia é provocada pelas variações da pressão entre o ouvido médio e a atmosfera, presentes principalmente na descida da aeronave. Na Academia da Força Aérea (AFA) os cadetes aviadores são expostos a condições que podem resultar em Barotrauma, pois os voos de instrução são realizados em aeronaves não pressurizadas, motivo que torna a equalização da pressão do ouvido ainda mais difícil. Os Cadetes Aviadores do 2º Esquadrão de 2019 da AFA foram o grupo de estudo deste trabalho. Por meio de uma pesquisa quantitativa, inicialmente foi feita a verificação da ocorrência dos sintomas de Barotrauma através de questionário semiestruturado, para selecionar de forma aleatória simples os Grupos Experimental e Controle, e então aplicar um treinamento aquático em piscina, em que as manobras de equalização da pressão do ouvido eram realizadas. A diferença de pressão que o meio aquático proporciona foi importante para a prática das manobras, já que em voo de instrução não seria possível ensiná-las. Os resultados mostram a grande eficiência de tal treinamento para a amostra do Grupo Experimental. Todos os Cadetes treinados aprenderam a realizar corretamente a equalização do ouvido para a não ocorrência do Barotrauma. Devido aos resultados positivos apresentados, será criada uma Cartilha de Treinamento Aquático para prevenção ao Barotrauma em voo na Força Aérea Brasileira.

Palavras-chave: Barotrauma; Medicina Aeroespacial; Ouvido Médio; Aviação Militar.

ABSTRACT

Middle ear Barotrauma is a very common pathology in aviation, such pathology is caused by pressure variations between the middle ear and the atmosphere, present mainly when descending the aircraft. At the Air Force Academy (AFA) aviation cadets are exposed to conditions that can result in Barotrauma, as instruction flights are performed on non-pressurized aircraft, a reason that makes equalizing ear pressure even more difficult. The Aviation Cadets of the 2nd AFA's Squadron, in 2019, were the group studied in this research. By means of a quantitative research the occurrence of Barotrauma symptoms was initially verified through a semi-structured questionnaire, to then select in a simple random way the Experimental and Control Groups, and then apply aquatic training in a pool, in which the maneuvers of equalization of ear pressure were performed. The difference in pressure that the aquatic environment provides was important for the practice of maneuvers, since in an instruction flight it would not be possible to teach them. The results show the great efficiency of such training for the sample of the Experimental Group. All trained cadets learned how to perform correctly the ear equalization for the non-occurrence of Barotrauma. Due to the positive results presented, an Aquatic Training Primer will be created to prevent Barotrauma in flight in the Brazilian Air Force.

Keywords: *Barotrauma; Aerospace Medicine; Middle Ear; Military Aviation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-A: Anatomia do Ouvido Pressão Igual	13
Figura 1-B: Anatomia do Ouvido Pressão Desigual	14
Figura 2: Aeronave T-25 Universal Texas.	20
Figura 3: PIMO AFA 2019	21
Figura 4 A: Piscina Semiolímpica AFA	23
Figura 4 B: Lateral piscina Semiolímpica AFA	24
Figura 5 A: Exercício 1 Inspirar fora da água	26
Figura 5 B: Exercício 1 Expirar submerso	26
Figura 6 A: Exercício 2 Descida em canivete	27
Figura 6 B: Exercício 2 mergulho – Fonte: o Autor	27
Figura 7: Exercício 3 Descida em pé ao fundo	28
Figura 8: Exercício 4 Tochar o fundo com as mãos	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Conhecimento sobre Barotrauma	29
Gráfico 2: Sintomas durante o voo	30
Gráfico 3: Frequência dos sintomas	30
Gráfico 4: Tipo de voo que causou os sintomas	31
Gráfico 5: Realização de manobra para decompressão do ouvido	31
Gráfico 6: Técnica utilizada	32
Gráfico 7: Voos com IVAS	32
Gráfico 8: Alerta sobre voar com IVAS	33
Gráfico 9: Saber nadar	34
Gráfico 10: Frequência de voos durante o treinamento	34
Gráfico 11: Frequência dos sintomas	35
Gráfico 12: Equalização da pressão	35
Gráfico 13: Eficiência do treinamento	36
Gráfico 14: Quantidade de voos Grupo Controle	37
Gráfico 15: Quantidade de voos com Barotrauma	37
Gráfico 16: Equalização da pressão no ouvido	38

LISTA DE SIGLAS

AFA	Academia da Força Aérea
BPL	Barotrauma Pulmonar
CCAER	Corpo de Cadetes da Aeronáutica
EIA	Esquadrão de Instrução Aérea
FAB	Força Aérea Brasileira
G+	Força Gravitacional Positiva
GOST	Grupamento de Operações de Socorro Tático
IVAS	Infecção de vias Aéreas Superiores
QOAV	Quadro de Oficiais Aviadores
QOBM	Quadro de Oficiais Bombeiro Militar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Revisão de Literatura	14
1.1.1 O Barotrauma no Mergulho	16
1.2 Prevalência na Academia da Força Aérea	18
1.2.1 Aeronaves de Instrução da Academia da Força Aérea (AFA)	20
1.2.2 Etapa de aprendizagem de voo	21
1.2.3 Voo Solo	21
2 OBJETIVOS	22
2.1 Objetivo Geral	22
2.2 Objetivos Específicos	22
3 METODOLOGIA	23
3.1 Comitê de Ética	23
3.2 Local de Realização	23
3.3 Critérios de inclusão/ exclusão	24
3.4 Grupos da Pesquisa	25
3.5 Fase Pré Treinamento Aquático	25
3.5.1 Fase de quantificação de Cadetes com sintomas de Barotrauma	25
3.6 Fase de Treinamento	25
3.6.1 Exercícios	25
3.7 Análise Estatística	29
4. DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE A	44
APÊNDICE B	47
APÊNDICE C	49
APÊNDICE D	50
APÊNDICE E	51
ANEXO A	52
ANEXO B	54

1 INTRODUÇÃO

O primeiro relato de Barotrauma foi realizado pelo físico francês Jac Charles, ao fazer uma subida livre em um balão de hidrogênio no ano de 1783. Ele queixou-se de dor no ouvido durante a descida do balão (MIRZA e RICHARDSON, 2005). Os sintomas de Barotrauma de ouvido acontecem frequentemente na aviação civil, podem ocorrer na subida e com mais frequência, na descida das aeronaves (MELO e NETO, 2012).

No século XX tem início o desenvolvimento da aviação. Com a evolução através dos anos, o desenvolvimento tecnológico e de segurança, fizeram o avião ser considerado o meio de transporte mais seguro do mundo (TRUEVA, 2017). Mesmo com toda essa evolução e aperfeiçoamento das aeronaves, a aviação traz riscos específicos à saúde, devido aos agentes ambientais a que a tripulação está exposta, como as radiações, a vibração, o ruído, a baixa umidade e o hipobarismo (MELO e NETO, 2012).

Uma aeronave ao subir para uma altitude elevada submete sua tripulação a uma pressão inferior a existente no nível do solo. Com isso as massas gasosas e fluidos corporais dentro do organismo devem ter suas pressões equalizadas à do meio externo à medida que a aeronave sobe (HAMILTON-FARRELL e BHATTACHARYYA, 2004; BAERWALD *et al.*, 2008). Se por algum motivo isso não ocorre, pode resultar, um barotrauma (BAERWALD *et al.*, 2008). As patologias decorrentes do disbarismo são uma realidade na aviação mundial (MIRZA e RICHARDSON, 2005; BAERWALD *et al.*, 2008).

O barotrauma da orelha média é uma inflamação traumática aguda ou crônica, causada por alterações da pressão atmosférica. Os facilitadores mais frequentes são inabilidade do passageiro em realizar a equalização da orelha média juntamente com a diferença que há na pressão atmosférica durante a descida em voos comerciais (STANGERUP *et al. apud* BASTOS e SOUZA, 2004).

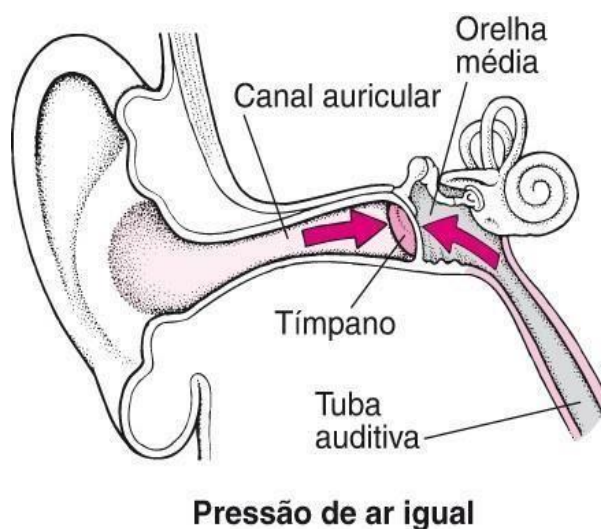
Durante a descida, a diferença de pressão entre a OM e a pressão ambiental deve ser equalizada para prevenir barotrauma. Algumas pessoas atingem este equilíbrio facilmente simplesmente deglutindo, movimentando a mandíbula ou bocejando. Porém, outros realizam a manobra de Valsalva repetidas vezes e ainda assim não conseguem reverter o Barotrauma (BASTOS e SOUZA, 2004).

Segundo Bezerra (2018), na Academia da Força Aérea, os voos de instrução para os cadetes aviadores, são realizados em aeronaves Neiva T-25 e Tucano T-27. Ambas aeronaves não são pressurizadas, diferente das aeronaves da aviação civil, onde a pressurização ameniza a diferença de pressão entre o ambiente e o ouvido médio.

Na aviação civil existem alguns fatores que favorecem a ocorrência de sintomas respiratórios como: as diferenças de pressão durante o voo, correntes de ar, contato com passageiros infectados e o ar seco no interior da aeronave. Os sintomas respiratórios aumentam as chances de ocorrer o Barotrauma e por este motivo os tripulantes são orientados a não voarem com quaisquer destes sintomas (BASTOS e SOUZA, 2004).

O aparelho auditivo humano pode ser dividido em 3 partes (Figura 1): orelha interna, orelha externa e orelha média. É nesse sistema que o corpo humano recebe as ondas sonoras, as transformam em impulsos nervosos para depois serem analisadas no cérebro. Para aeronavegantes a manobra de Valsalva é indicada no momento da descida da aeronave, quando existe um aumento da pressão atmosférica. Como a pressão atmosférica fica maior que a pressão dentro do ouvido médio, ocorre o abaulamento do tímpano e conseqüentemente o aumento do risco de um barotrauma (KANICK, 2005; BUTCHER *et al.*, 2012).

Figura 1 - A: Anatomia do Ouvido Pressão igual -



Fonte: Miyamoto [s.d.]

Figura 1 - B: Anatomia do Ouvido Pressão desigual -



Fonte: Miyamoto [s.d.]

O Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAER), inseridos neste contexto, torna-se um grupo a ser estudado para se fazer uma análise da prevalência da patologia Barotrauma na instrução de voo, em aeronaves não pressurizadas e possíveis medidas profiláticas aplicáveis à instrução na AFA. Através de um processo de diagnóstico e prevenção ao Barotrauma, a Força Aérea Brasileira poderá criar condições favoráveis de diminuição da ocorrência em voo além de ter as próximas gerações de oficiais imbuídos na prevenção de patologias relacionadas ao voo.

1.1 Revisão de Literatura

Para Kanick (2005), o barotrauma do ouvido médio durante o voo é uma desordem dolorosa, experimentada por passageiros que não conseguem regular corretamente sua pressão do ouvido médio em resposta às pressões da cabine em mudança durante a ascensão e a descida.

Um estudo de Albery em 2004 verificou a ocorrência do Barotrauma em pilotos Norte Americanos que atuaram nas Guerras do Afeganistão e Iraque. Tal estudo comprovou uma elevação significativa nos casos de Barotrauma durante os combates. Um complemento a este

estudo foi feito durante os anos de 2005 a 2009 verificou que 11.1% dos aviadores apresentaram Barotrauma em voo durante os combates.

Os aviões de jato modernos têm a capacidade de desenvolver acelerações do multi eixo, especial durante o desempenho de "super manobras." Estas aeronaves "ágeis" são capazes de voos não convencionais. As consequências humanas desse ambiente de voo ágil não são totalmente conhecidas. Este ambiente de aceleração foi estudado no simulador dinâmico de ambiente de centrifugação. A aceleração positiva (+ gz) foi adicionada em + gz, aumentando gradualmente, até que os pilotos perderam quase toda sua visão. Feitas todas as medições de saturação cerebral e volume sanguíneo cerebral após as exposições combinadas, observou-se que a diminuição do volume sanguíneo cerebral foi menor quando adicionou o +gz (ALBERY, 2004).

O importante deste estudo foi a verificação do aumento do desconforto com pilotos quanto ao ouvido. Muitos relataram um aumento de pressão interna nos ouvidos quando submetidos ao aumento das acelerações + gz.

A Força Aérea dos Estados Unidos (USAF) desenvolveu o equipamento + gz- protetor que fornecerá a maioria de proteção dos pilotos a + 9 gz com o mínimo ou nenhum desconforto (BURNS *et al.*, 2001). Este equipamento inclui um sistema de respiração pressão denominado COMBAT EDGE (CE), que está atualmente operacional, e o Suit anti-g de tecnologia avançada (ATAGS), que ainda não está operacional. Para o futuro design das aeronaves de alto desempenho é importante saber o limite superior de vários equipamentos de proteção humana e técnicas. Estes tipos de estudos são fundamentais para que eventos como o barotrauma sejam analisados. É importante saber quais são as limitações humanas e sua tolerância à força +g.

Os relatórios precedentes enfatizaram o papel importante da função da tuba auditiva na patogênese da doença. Este estudo descreveu um modelo matemático de regular a pressão da orelha média em simulação a resposta da pressão às mudanças na pressão da cabine experimentada sobre voos típicos. Os resultados documentam mecanismos de tamponamento que diminuem a eficiência necessária da abertura da Trompa de Eustáquio ativa e assistida, para um voo livre de patologias. Estes incluem a diferença relativa entre as elevações do destino e da partida e a relação do deslocamento máximo do volume da membrana timpânica ao volume da orelha média, onde os maiores valores absolutos requerem menos eficiências para o voo sem patologias (KANICK, 2005).

Para Krebs, Sgarabotto e Castro (2018), para se evitar um dano, que pode ser permanente ao ouvido médio, é imprescindível a prevenção, ou seja, a realização de manobras de equalização das pressões ambientais e do ouvido durante toda a descida da aeronave.

1.1.1 O Barotrauma no Mergulho

O barotrauma envolve danos teciduais a estruturas contendo ar, causadas por mudanças de pressão rápidas ou excessivas; o barotrauma pulmonar (BTP) é um dano que ocorre devido à expansão do ar nos pulmões que não é acomodado pela exalação (BAERWALD *et al.*, 2008).

Segundo Caldeira (2016)

para um mergulhador evitar barotraumatismos, a pressão nas cavidades preenchidas por ar deve ser equalizada com a pressão ambiente. Se a equalização não se verificar à medida que o mergulhador desce, o meio torna-se cada vez mais hiperbárico podendo ocorrer uma transudação sero-hemática ou mesmo hemorragia, que irá preencher as cavidades pneumatizadas, numa tentativa de aumentar a sua pressão (equalizando-as). Na subida ocorre a expansão do ar contido nas cavidades pneumatizadas e caso não exista libertação desse volume de ar suplementar, ocorre também barotrauma.

O BTP da ascensão, é uma complicação temida no mergulho de ar comprimido. Embora algumas condições respiratórias sejam pensadas para aumentar o risco de sofrer BTP e, portanto, deve impedir o mergulho, na maioria dos casos de BTP, os fatores de risco são descritos como ausentes. Neste estudo o objetivo foi avaliar os fatores que possivelmente causam BTP. Em 15 casos consecutivos de BTP, no que diz respeito aos fatores de mergulho, às características clínicas e radiológicas, e à função do pulmão, foram comparados com 15 casos de doença descompressiva sem BTP, que apareceram no mesmo período. Os resultados apresentaram que características clínicas de BTP eram: embolismo de gás arterial (n = 13), enfisema mediastinal (n = 1), e pneumotórax (n = 1). O CT da caixa (executado em 12 casos) revelou enfisemas sub pleurais em 5 casos que não foram detectados em radiografias. A comparação da função pulmonar de pré-mergulho entre os grupos mostrou taxas de fluxo expiratório significativamente inferiores em 50% e 25% da capacidade vital em pacientes com BTP. Os resultados indicam que os mergulhadores com os quistos pequenos pré-existentes no pulmão e/ou a limitação expiratória final do fluxo podem estar em risco de BTP (BAERWALD *et al.*, 2008).

Com o crescente número de passageiros aéreos, comissários de bordo, pilotos de lazer, bem como pilotos militares e civis, os médicos podem encontrar fenômenos fisiológicos e patológicos precipitados por alta altitude. Com a introdução do aparelho respiratório autocontido (SCUBA), muitas dessas manifestações causadas por alterações na pressão atmosférica foram relatadas em associação com o mergulho também. A literatura é muito limitada ainda neste assunto (KUMAR *et al.*, 2015).

Para Tocino e Westcott (1996) o barotrauma é definido como complicação significativa da ventilação mecânica. Muitas técnicas alternativas para a ventilação mecânica estão sendo investigadas com a finalidade de minimizar a lesão de pulmão e os fenômenos do escape de ar ao manter a oxigenação adequada. Entre eles a ventilação com a pressão controlada e a remoção extra corporal do dióxido de carbono não conduziram a uma redução definitiva do barotrauma até agora. O radiologista desempenha um papel importante no reconhecimento precoce do barotrauma e pode auxiliar no tratamento de suas sequelas. Segundo Hamilton-Farrell e Bhattacharyya (2004), isto pode incluir a orelha externa, o ouvido médio (e, indiretamente, o ouvido interno), os seios para nasais, os pulmões, o intestino, e cavidades de abscesso (por exemplo, nos dentes). O gás pode penetrar os tecidos adjacentes ao espaço afetado (como a fossa craniana anterior, através do seio etmoidal), ou pode causar embolia através da corrente sanguínea. A expressão mais severa deste é a embolia arterial cerebral. A gestão desses problemas inclui a prevenção, o uso de técnicas de equalização de pressão, drogas vasoconstritoras, cirurgia e oxigenoterapia hiperbárica.

Apesar de ser uma patologia frequente e, facilmente prevenida, o barotrauma de orelha média continua a ser um problema de saúde com pouca divulgação pública. Devido ao risco de sequelas a longo prazo e a morbidade associada, é essencial a divulgação de medidas preventivas ao público-alvo (TRUEVA, 2017).

Visto a gravidade dos episódios de Barotrauma no mergulho e constatando, através da bibliografia existente, a eficiência de se ensinar as técnicas de equalização da pressão da orelha média, afirmadas também pelo Comandante do Grupamento de Operações de Socorro Tático (GOST) do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, Major QOBM Daniel Lorenzetto, que utiliza destas técnicas para os Cadetes Mergulhadores da Academia Policial Militar do Guatupê, obtendo sucesso na prevenção do Barotrauma em mergulho. Definiu-se então, como tratamento preventivo ao barotrauma em voo, o treinamento aquático em piscina, já que qualquer intervenção em voo dos cadetes seria inviável, devido à facilidade de aplicação em qualquer unidade militar e sem ônus nenhum para as mesmas. O treinamento consiste em

aplicar 4 exercícios de mergulho a serem realizados pelos Cadetes com sintomas de Barotrauma.

1.2 Prevalência na Academia da Força Aérea

Um questionário a respeito dos conhecimentos sobre barotrauma foi aplicado a uma amostra de 40 (quarenta) Cadetes Aviadores do segundo Esquadrão, em 2017 (BEZERRA, 2018). Todos estes cadetes estavam realizando o curso de instrução Aérea quando responderam ao questionário, o que aumenta a confiabilidade dos dados levantados já que as perguntas focam em ocorrências do dia-a-dia da instrução. A primeira pergunta apresentava alguns dos sintomas mais comuns de uma pessoa que pode vir a sofrer um barotrauma durante um voo. Estas sensações são comuns durante o voo e não necessariamente vão gerar alguma patologia, porém mostra como todos já foram expostos a condições favoráveis ao surgimento de trauma. Os perguntados poderiam marcar mais de uma opção, principalmente por serem sintomas que podem aparecer simultaneamente. Dos cadetes perguntados, 33 (82,5%) já assinalaram já terem sentido o ouvido ‘tapado’, o que dificulta a audição e gera desconforto. 10 (25%) cadetes da amostra relataram o ouvido estalar, fenômeno que ocorre naturalmente e pode ser causado pela equalização natural da pressão interna do ouvido com a externa. 9 (22,5%) Cadetes chegaram a sentir zumbidos, o que de certa forma atrapalha a audição e gera desconforto. A segunda pergunta questionava a frequência com que os cadetes já sentiram os sintomas apresentados na questão anterior. Esta pergunta demonstra como os sintomas que indicam uma diferença de pressão entre o ouvido médio e o meio externo são comuns no dia a dia dos cadetes, podendo em alguns casos específicos gerar um barotrauma. Quase a totalidade dos cadetes já sentiu alguns destes sintomas (70%), sendo que 20% relatou ser frequente, 7,5% sempre e apenas 2,5% relatou nunca ter sentido nada, principalmente devido ao fato de serem situações normais, esperadas durante a subida e a descida da aeronave. Os resultados mostraram que a amostra de cadetes possui um conhecimento básico sobre o que é o barotrauma, representando quase a totalidade do grupo pesquisado, refletindo o conhecimento adquirido por aulas expositivas de medicina aeroespacial e orientações passadas pelo médico do esquadrão. Mostrou também que as técnicas de equalização de pressão do ouvido médio são populares e amplamente utilizadas durante a instrução de voo na AFA. Os cadetes em sua grande maioria relataram já terem sido alertados sobre o risco de se voar gripado e constipado, o que de maneira geral mostra que o conhecimento sobre o tema lhes é dado. Porém foi levantado também que mesmo com toda a instrução que lhes é passada,

ressaltando os fatores que provocam e as consequências do barotrauma, mais da metade dos cadetes continuam a voar em condições não ideais de saúde. Voar gripado, constipado ou com sinusite ainda é normal para mais da metade dos questionados, o que é preocupante já que é um risco a saúde durante a instrução. Podemos inferir também que a cultura preventiva que acompanhará estes futuros oficiais, durante toda a sua carreira, precisa ser aperfeiçoada.

O estudo de Bezerra (2018) revelou que seria necessária uma melhor conscientização nos cadetes sobre o risco de se voar em condições não ideais de saúde, antes de começarem a instrução aérea. Expor estatísticas e testemunhos mostrariam a gravidade do problema, que por vezes pode parecer longe da realidade da instrução no 2º EIA devido ao baixo nível de voo. Durante o período de voo, principalmente antes de fases em que ocorre a rápida variação de altitude como voo em formatura e instrução de manobras e acrobacias, deveriam ocorrer palestras para enfatizar o risco de barotrauma. De forma geral, é necessário um maior acompanhamento dos cadetes por parte de instrutores de voo e oficiais médicos como forma de inibir a ocorrência de situações de riscos evitáveis. Na AFA o cadete é formado para liderar esquadrões de voo, bem como chefiar tripulações durante os voos em aeronaves da FAB. Com isso é necessário criar uma mentalidade de prevenção de doenças relacionadas à atividade aérea durante a formação destes oficiais e assim garantir uma menor ocorrência destas patologias em toda a FAB no futuro. O barotrauma é umas das patologias que podem ocorrer a qualquer aero navegante durante sua rotina de trabalho. Os fatores que desencadeiam a ocorrência deste mal são cotidianos na vida de qualquer pessoa, porém pode gerar graves consequências à audição. Assim como grande parte das doenças relacionadas à aviação, a prevenção é um fator que substancialmente diminui a possibilidade de um dano fisiológico decorrente do disbarismo.

Observando os vários sintomas do barotrauma, e como este pode influenciar negativamente no desempenho em voo e equilíbrio corporal de cadetes aviadores, este trabalho tem como objetivo a verificação da ocorrência e a prevenção ao barotrauma por meio de exercícios aquáticos.

1.2.1 Aeronaves de Instrução da Academia da Força Aérea (AFA)

As instruções na AFA são realizadas na aeronave T-25 para os cadetes do 2º ano e na aeronave T-27 para os cadetes do 4º ano.

Figura 02. Aeronave T-25 Universal Texas®.



Fonte: Brasil (2012)

Devido as suas características de maior facilidade de comando, velocidade máxima de 275 km/h e menor força Gz atingida, quando comparada a aeronave T-27, o Neiva T-25 foi escolhido como a aeronave usada na instrução inicial básica dos cadetes aviadores do 2º ano (BRASIL 2012).

1.2.2 Etapa de aprendizagem de voo

A aprendizagem de voo na AFA é dividida em quatro etapas: voo solo, manobras e acrobacias, voo de formatura e navegação. Estas quatro fases são realizadas pelos cadetes entre o 1º e 4º ano, variando o tipo de aeronave e o número de missões (BRASIL, 2012).

1.2.3 Voo Solo

Esta é uma etapa primordial na formação do Aviador realizada pelos Cadetes do 2º Esquadrão do ano de 2019. O Cadete deverá nesta fase ser capaz de decolar e pousar a aeronave. Após uma sequência de aulas acompanhado de um Instrutor do 2º EIA, o Cadete realiza pela primeira vez o voo solo. Neste voo o Cadete recebe uma rota definida, e deverá decolar sozinho com a aeronave. Após realizar a rota estabelecida, o Cadete retorna com a aeronave para o pouso. Nesta primeira fase muitos Cadetes são desligados por apresentarem deficiências na aprendizagem e execução. A Figura 03 mostra o Programa de Instrução Aérea dos cadetes do 2º Esquadrão.

Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) (BRASIL, 2019).

As Instruções Aéreas do 2º Esquadrão seguem o seguinte programa:

Figura 03 – PIMO AFA 2019.

PRÉ SOLO T-25																			
ITENS AVALIADOS	MISSÕES																R1	R2	RN
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	X1	14	X2	X3			
Partida	P	O	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Táxi	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Decolagem	P	P	O	O	M	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		
Nívelamento	P	O	O	M	M	C	M	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	-	-	-	M	
Estol com motor na reta	-	P	O	M	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I	
Estol sem motor	-	-	-	-	P	O	-	M	-	-	-	C	C	-	C	C	-	S	
Parafuso	-	-	P	O	M	M	-	C	-	-	-	C	C	C	C	C	-	S	
Velocidade reduzida	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	-	C	-	C	-	C	-	Ã	
Tráfego de emergência campo prep	-	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	C	C	-	C	C	-	O	
Tráfego de emergência campo ã prep	-	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	C	C	-	C	C	-	O	
Pane a baixa altura	-	-	-	-	P	O	-	O	-	M	-	C	C	-	C	C	-	D	
Manuseio do check list em voo	-	-	-	-	-	-	-	P	-	O	-	M	C	-	C	C	-	E	
Orientação ADF, VOR e GPS	-	-	-	P	O	-	-	M	-	C	-	-	C	-	C	C	-	E	
Recolhimento vetorado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	C	-	C	C	-	R	
Retorno da área	P	P	P	P	O	M	-	M	-	C	-	C	C	C	C	C	-	R	
Entrada no tráfego	P	P	P	O	O	M	-	M	-	C	-	C	C	C	C	C	-	E	
Curva de prioridade	-	P	-	O	-	M	-	M	-	C	-	-	-	-	-	-	-	P	
Tráfego	P	P	O	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	-	T	
Enquadramento de pista	P	P	O	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	-	I	
Final	P	P	O	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	-	Ç	
Arremetida no ar	-	-	-	-	P	-	O	-	M	-	C	-	C	-	C	C	-	Ã	
Arremetida no solo	-	-	-	-	-	-	O	-	M	-	C	-	C	-	C	C	-	O	
Pouso	P	P	P	P	O	O	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	-		
Pouso - Sem Flape	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-		
Estacionamento	P	O	O	M	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-		
Corte do motor	P	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	P	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	M	C	C	C	C	C	C	C	C	C	-		
Manutenção de reta e altitude	P	O	O	M	M	C	M	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	-		
Condução do voo	P	P	P	P	O	O	-	O	-	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	Vr
Tempo de voo	1:15	1:15	1:15	1:15	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	Vr
Código da missão 311118D...	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16			

Fonte: Brasil (2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a ocorrência de sintomas de Barotrauma em Cadetes Aviadores do 2º Esquadrão de 2019 e aplicar um treinamento aquático visando a diminuição de tais sintomas.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar por meio de questionário, a ocorrência de Barotrauma em voo entre Cadetes Aviadores do Segundo Esquadrão de 2019;
- Avaliar através de questionário específico os sintomas de barotrauma antes e após as 16 sessões (6 semanas) de treinamento aquático;
- Criar um Protocolo de Treinamento Físico Aquático como alternativa para o tratamento do Barotrauma nos cadetes aviadores da AFA, com base nos resultados obtidos.

3 METODOLOGIA

3.1 Comitê de Ética

As considerações éticas foram baseadas para fins científicos, com sigilo da identidade dos pilotos e dos cadetes, livre de coação ou conflito de interesses da instituição ou de pessoas envolvidas no projeto. As coletas respeitaram os protocolos técnicos de segurança. Os voluntários foram previamente informados e a mensuração da PCI foi analisada sob exposto consentimento em formulário específico (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE), conforme resolução 196/96 da CEP.

Número do Parecer: 1.015.756 Data da Relatoria:

14/04/2015, CAAE: 40667114.7.0000.5504. (APÊNDICE A).

3.2 Local de Realização

O trabalho foi realizado na Academia da Força Aérea Brasileira de Pirassununga. Este trabalho obteve a autorização de sua realização pelo Comandante da AFA. (ANEXO A).

Os treinamentos aquáticos foram realizados no Ginásio de Esportes, na piscina semiolímpica da Seção de Educação Física da AFA.

A piscina tem as seguintes dimensões: 25 metros de comprimento, 12,5 metros de largura e 3 metros de profundidade no local onde foi realizado o treinamento.

Figura 04 A – Piscina Semiolímpica AFA –



Fonte: o Autor

Figura 04 B – Lateral piscina Semiolímpica AFA -



Fonte: o Autor

3.3 Critérios de inclusão/ exclusão

Os Cadetes que estiveram aptos no Teste de Avaliação do Condicionamento e Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica.

Foram considerados **APTOS** a este estudo os:

- a) Aviadores que foram aprovados no Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF) regulamentado através da Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica (NSCA) 54-1 (2004), realizado a cada semestre na AFA;
- b) Aviadores que realizaram exame anual no Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAL), Organização de Saúde da Aeronáutica (OSA), designada pela ANAC, através de convênio com o Comando da Aeronáutica (COMAER), e obtiveram o Certificado de Capacidade Física (CCF) nas inspeções;
- c) Cadetes aprovados na avaliação médica periódica de aeronavegantes estabelecida através das - Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica. ICA 160.1 do Comando da Aeronáutica, realizado a cada semestre na FAB.

Foram considerados **INAPTOS** a participar deste estudo os Cadetes que:

- a) Foram reprovados, em quaisquer dos laudos referentes ao Teste de Avaliação do Condicionamento e avaliação médica, de acordo com as Instruções Técnicas das Inspeções de Saúde da Aeronáutica;
- b) Finalizaram todos os voos previstos para o 2º ano da AFA;
- c) Não sabem nadar e mergulhar, ou que ainda estejam frequentando as aulas da Iniciação de Natação na AFA.

3.4 Grupos da pesquisa

A seleção dos Grupos Experimental e Controle foi feita de forma randômica e aleatória. Os Grupos foram selecionados através de sorteio, resultando em 32 Cadetes para o Grupo Experimental e 31 Cadetes para grupo Controle.

3.5 Fases Pré-Treinamento Aquático

3.5.1 Fase de quantificação de Cadetes com sintomas de Barotrauma

Nesta etapa, os Cadetes responderam ao questionário de verificação da ocorrência do Barotrauma em voo. Foram utilizadas duas salas de aula da Divisão de Ensino (DE), da AFA.

Responderam ao questionário 126 cadetes aviadores do 2º ano da AFA, que totalizam 100% dos cadetes aviadores de tal Esquadrão. Deste total, que responderam ao questionário, 123 (97%) são do sexo Masculino e 3 (3%) do sexo feminino.

3.6 Fase de Treinamento

Os Cadetes integrantes desta pesquisa receberam instruções técnicas especializadas sobre o treinamento. Desta forma o treinamento foi assim definido:

- a) 16 sessões;
- b) 4 exercícios;
- c) 3x por semana;
- d) Cada sessão com 40 minutos de duração;
- e) De 5 a 10 repetições de cada exercício, por sessão;
- f) Piscina Semiolímpica do Ginásio de Esportes da AFA.

3.6.1 Exercícios

O Grupo de Treinamento realizou 4 (quatro) exercícios de mergulho:

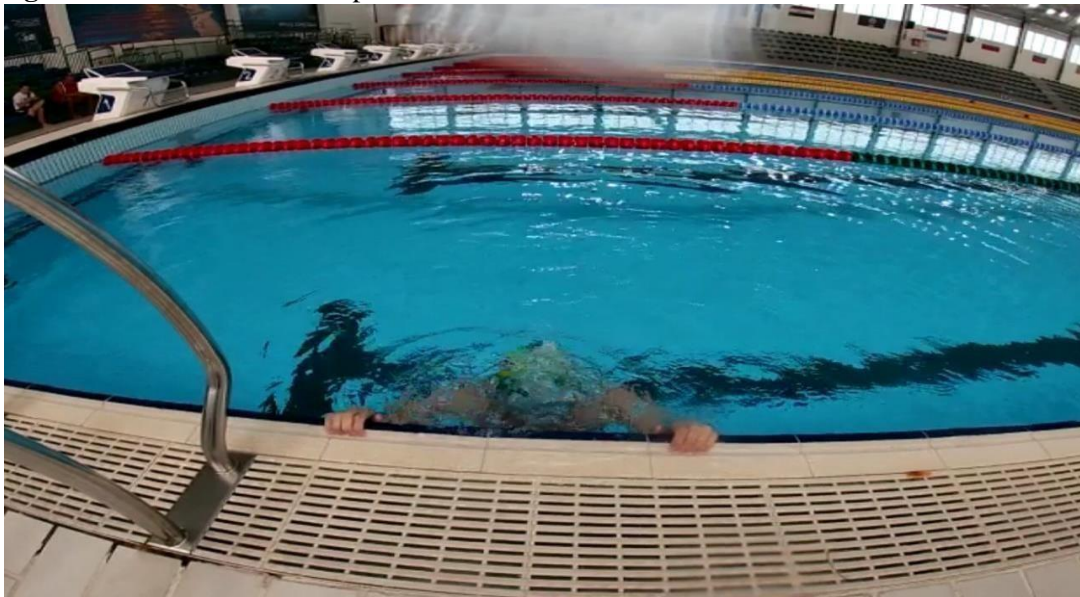
Exercício 1: Como mostram as Figuras 05-A e 05-B, o cadete deve inspirar fora da água e expirar com a cabeça submersa, cada um ao seu tempo. Dez repetições.

Figura 05-A – Exercício 1 Inspirar fora da água



Fonte: o Autor

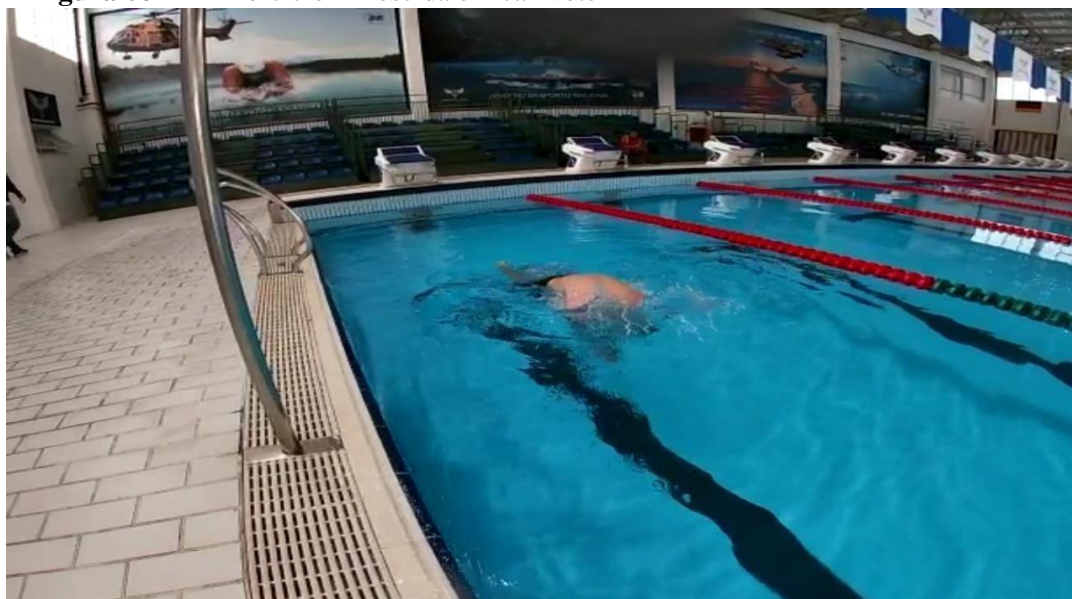
Figura 05-B – Exercício 1 Expirar submerso



Fonte: o Autor

Exercício 2: Treinamento da “descida em canivete”, ilustrado pelas Figuras 06-A e 06-B, que consiste em fazer o movimento de mergulhar “de cabeça” já estando dentro da piscina. Cinco repetições.

Figura 06-A – Exercício 2 Descida em canivete



Fonte: O autor

Figura 06-B – Exercício 2 mergulho



Fonte: o Autor

Exercício 3: Descida para o fundo da piscina em pé, braços ao longo do corpo e pernas estendidas exatamente como ilustra a Figura 07, saltando da borda da piscina, inspirar e expirar “livre”, cada indivíduo a seu tempo. Cinco repetições.

Figura 07 – Exercício 3 Descida em pé ao fundo -



Fonte: o Autor

Exercício 4: Tocar o fundo da piscina com as mãos, mergulhando de cabeça já estando dentro da água, como mostra a Figura 8, controlando a equalização do ouvido na subida para a superfície. Cinco repetições.

Figura 08 – Exercício 4 Tocar o fundo com as mãos -



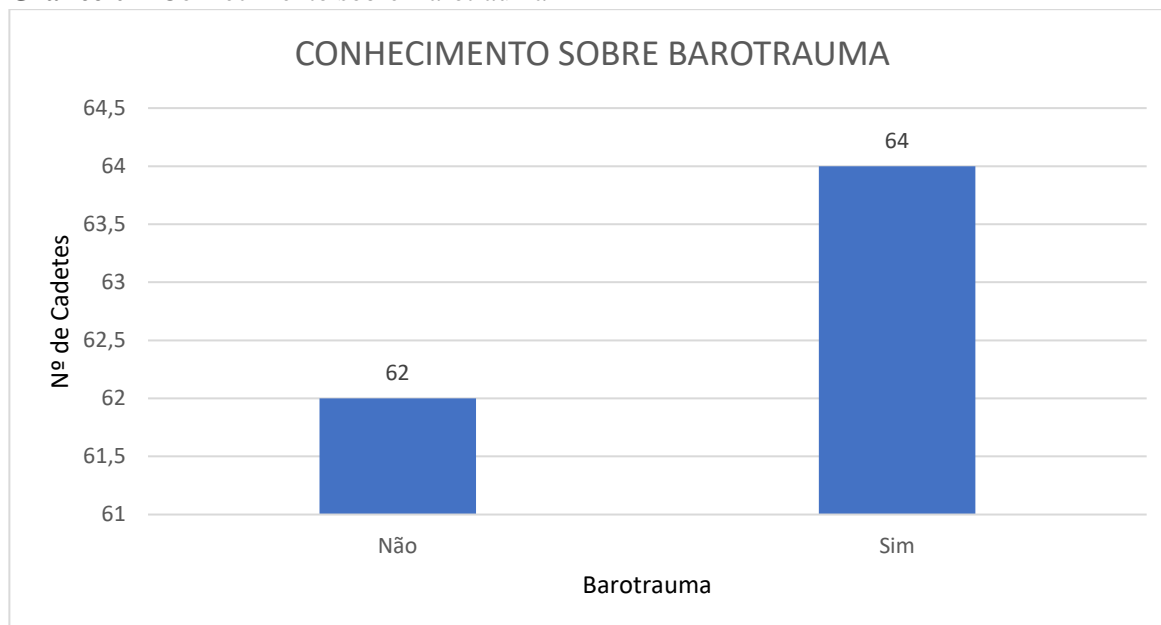
Fonte: o Autor

Ao fim de seis semanas de treinamento, os cadetes do Grupo Experimental responderam ao questionário 02 (APÊNDICE C), e os cadetes do Grupo Controle, que não realizaram qualquer tipo de treinamento, responderam ao Questionário 03 (APÊNDICE D).

3.7 Resultados

A respeito do conhecimento sobre o que é o Barotrauma, 51% dos cadetes afirmam saber, enquanto 49% desconhecem a patologia Barotrauma, conforme mostra o Gráfico 01:

Gráfico 01- Conhecimento sobre Barotrauma



O Gráfico 02 ilustra o resultado da segunda pergunta, que trata sobre sintomas durante o voo, em caso positivo, relatar quais sintomas ocorreram. São eles:

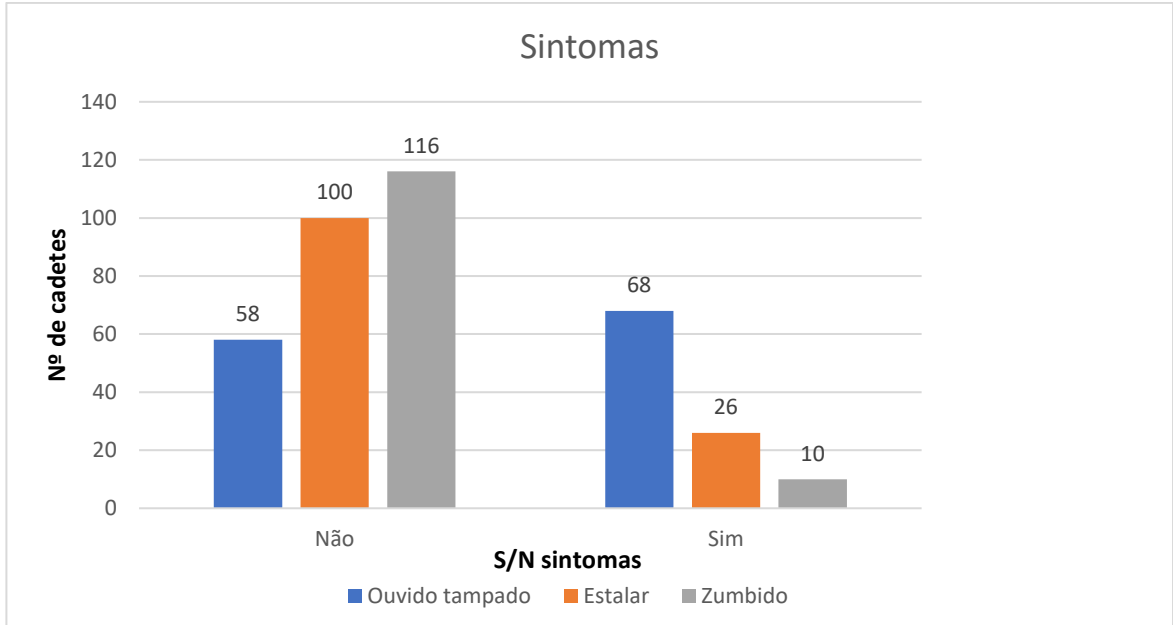
(Q2.1) Sensação de ouvido ‘tampado’

(Q2.2) ‘Estalar’ do ouvido

(Q2.3) Zumbido

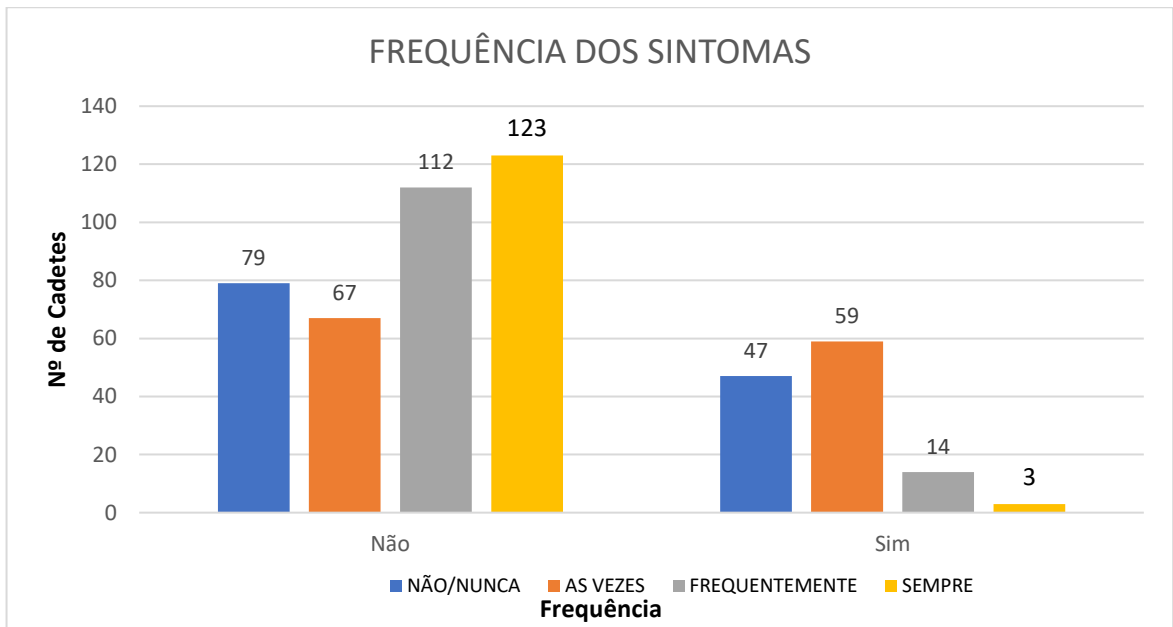
Com relação aos sintomas, 54% afirmaram já ter sentido a sensação de ouvido tampado, 20% teve “estalar” do ouvido e 8% sentiram “zumbido” no ouvido.

Gráfico 02 – Sintomas durante o voo



Sobre a frequência da ocorrência dos sintomas de Barotrauma em voo, 37% nunca apresentaram, dos que apresentaram os sintomas, 74% afirmaram ter sentido as vezes, 18% frequentemente e 4% sempre têm os sintomas. 4% não responderam, resultado mostrado no Gráfico 03.

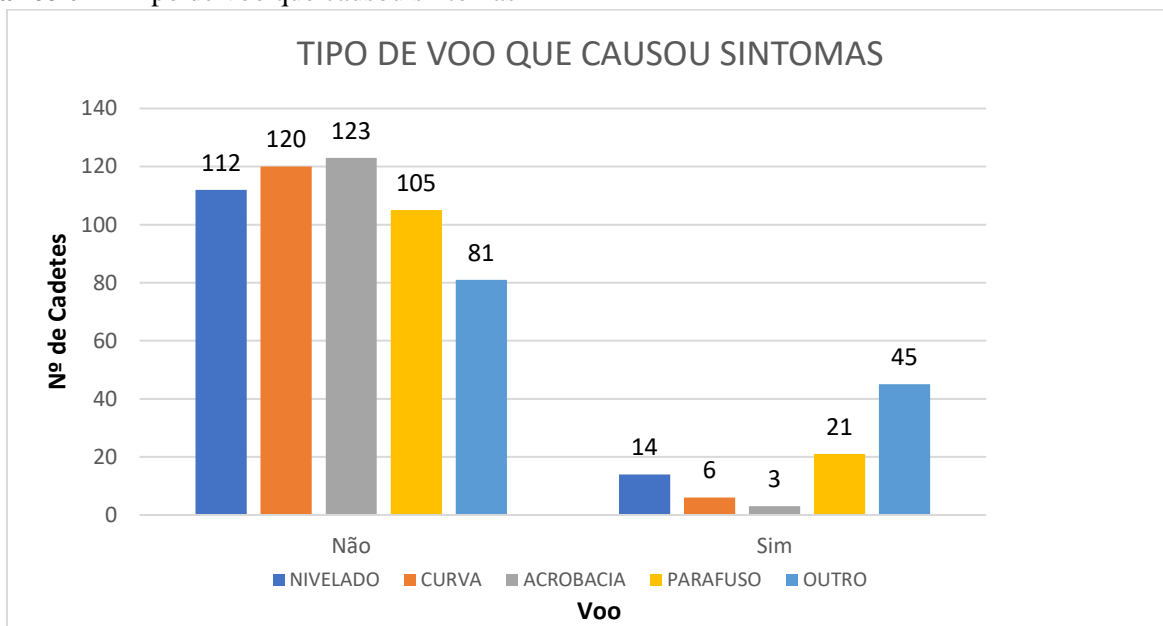
Gráfico 03 – Frequência dos Sintomas



A quarta questão trata dos tipos de voo ou manobras em que ocorrem os sintomas do Barotrauma, 11% dos cadetes apresentaram algum dos sintomas durante o Voo nivelado, 5% durante a curva, 2% nas acrobacias, 16% no parafuso e 36% afirmaram ter os sintomas em outras manobras de voo não especificadas.

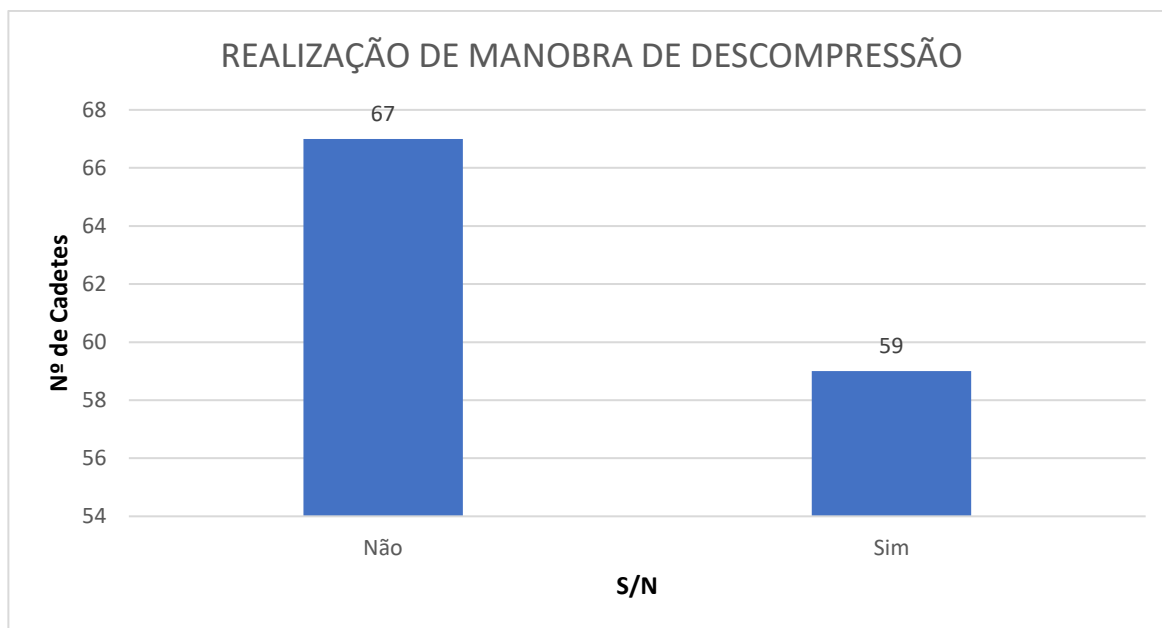
Dados ilustrados a seguir no Gráfico 04.

Gráfico 04 – Tipo de voo que causou sintomas



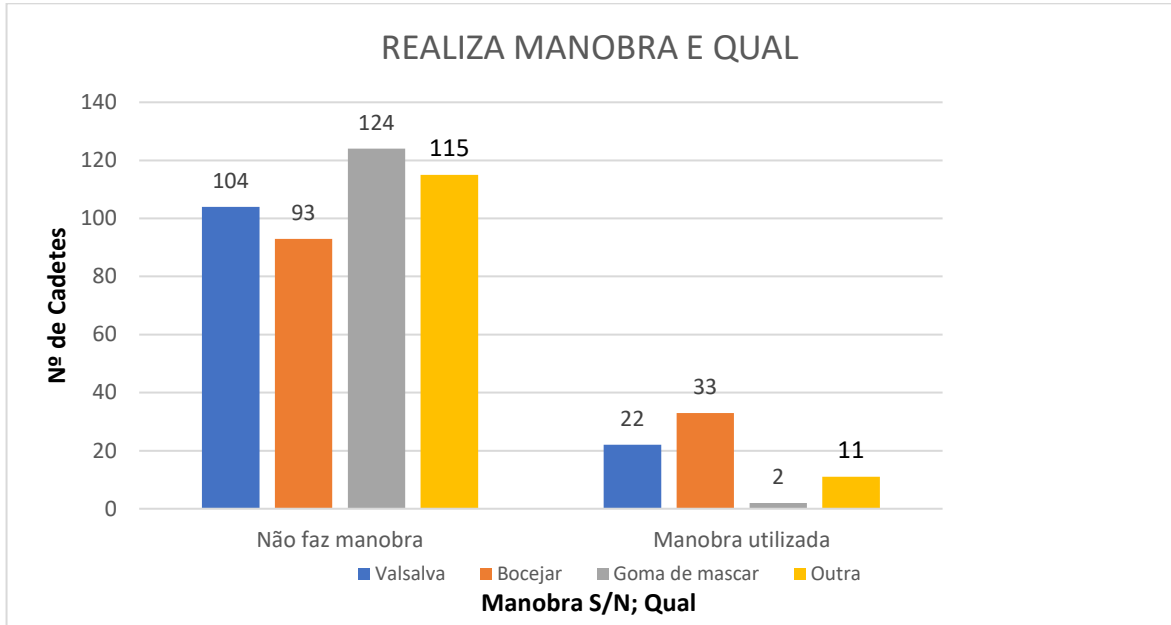
Sobre as manobras usadas para descompressão do ouvido, 53% dos cadetes não realiza nenhuma manobra para reverter o Barotrauma em voo e 47% fazem uso de alguma manobra. Esta informação pode ser visualizada no Gráfico 05, a seguir:

Gráfico 05 – Realização de manobra para descompressão do ouvido



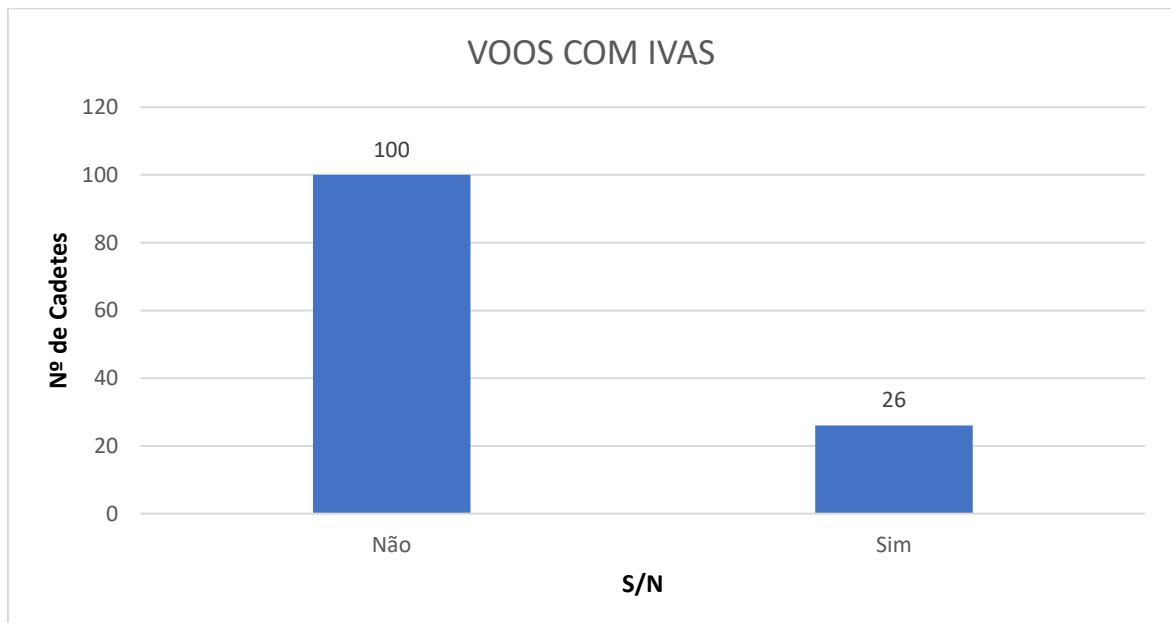
O Gráfico 06 mostra que, dos 59 cadetes que utilizam alguma manobra para reverter o Barotrauma, 37% realizam a Manobra de Valsalva, 56% bocejam, 3% usam goma de mascar e 4% utilizam outro recurso.

Gráfico 06 – Técnica utilizada



A sétima questão perguntou sobre a realização de voos estando gripado ou com IVAS, (Infecção de Vias Aéreas Superiores) o Gráfico 07 ilustra que 79% dos indivíduos nunca realizaram voos estando com gripado ou com IVAS e 21% já voaram nestas condições.

Gráfico 07 – Voos com IVAS



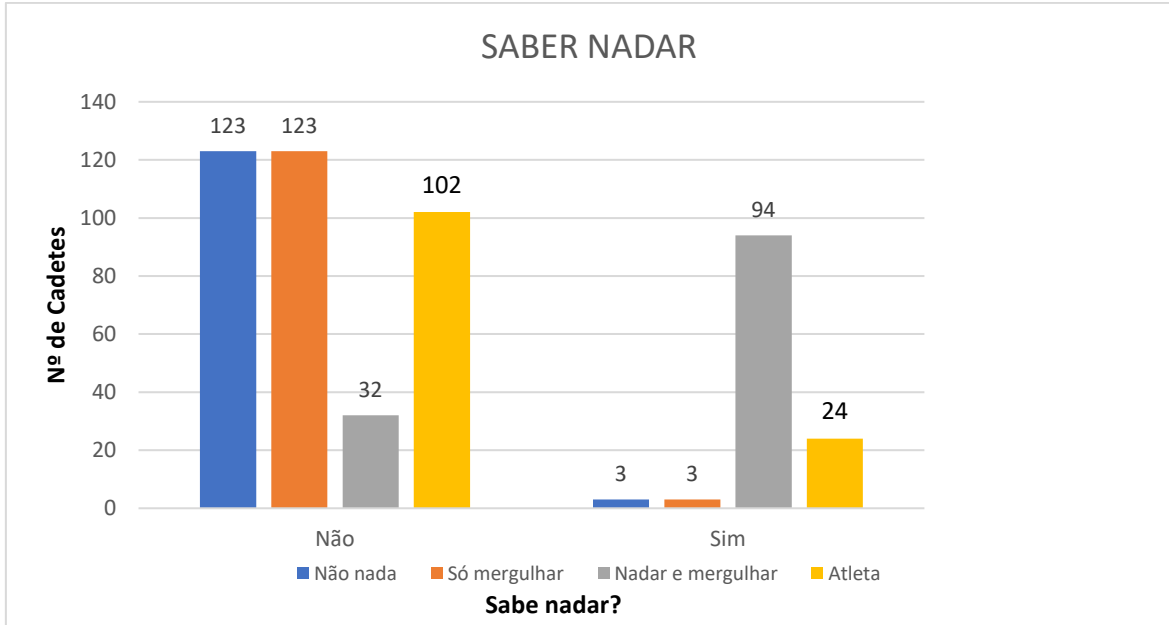
O Gráfico 08 mostra que 95% dos cadetes afirmaram já terem sido alertados sobre os perigos de voar gripado e 5% não foram alertados.

Gráfico 08 – Alerta sobre voar com IVAS



Dos cadetes que responderam ao primeiro questionário, 2% não sabem nadar, 2% conseguem mergulhar, 75% sabem nadar e mergulhar e 20% são atletas de algum esporte aquático. Informação mostrada pelo Gráfico 09, a seguir:

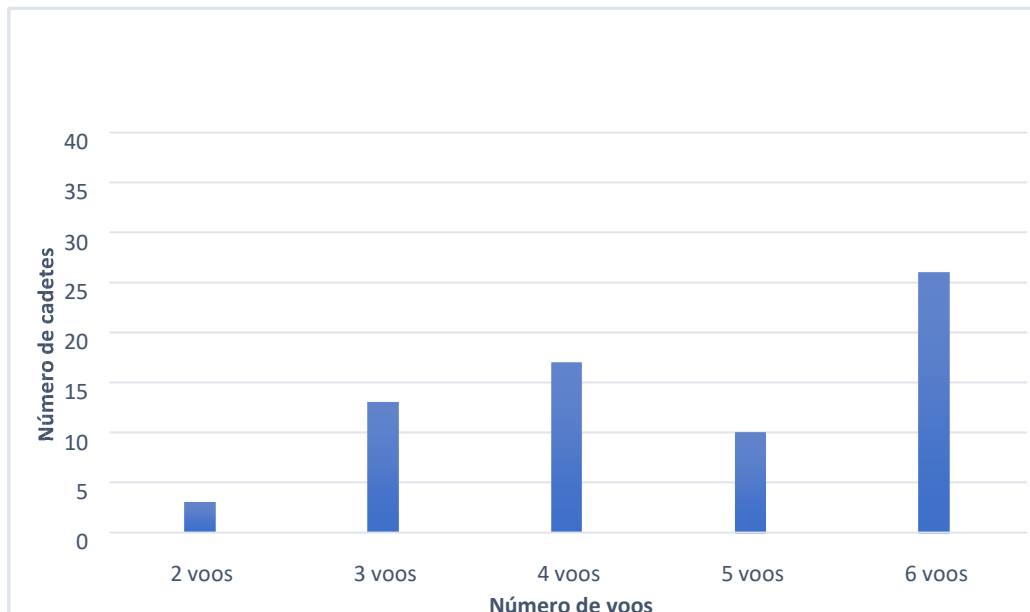
Gráfico 09 – Saber nadar



Pós treinamento grupo experimental

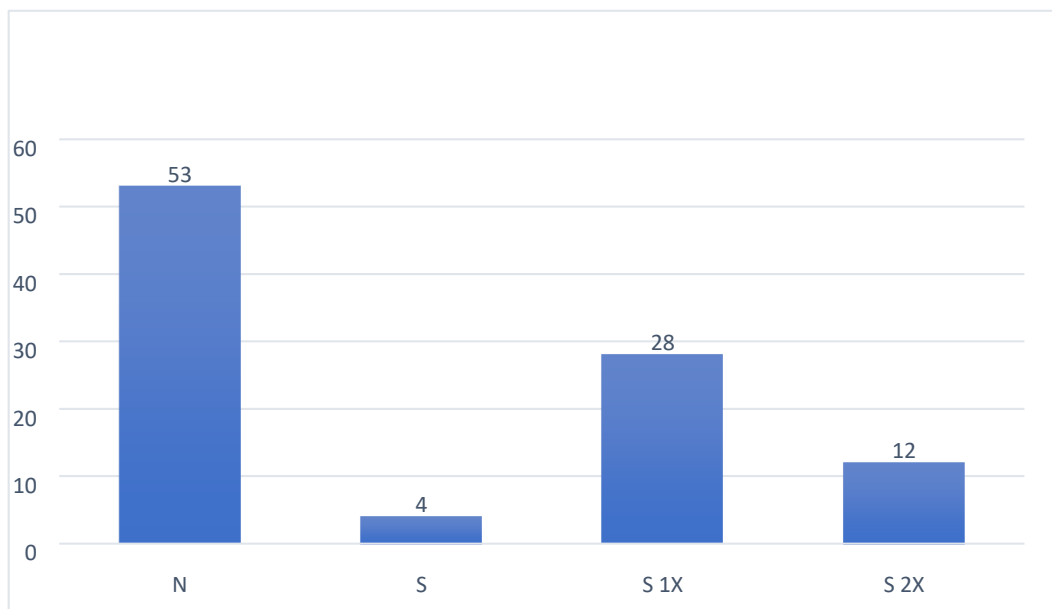
No Gráfico 10, observa-se que, quanto à frequência dos voos no período do treinamento aquático, 4% da amostra realizaram 2 voos, 19% realizaram 3 voos, 25% fez 4 voos, 14% voaram por 5 vezes e 38% voaram 6 vezes.

Gráfico 10 – Frequência de voos durante o treinamento



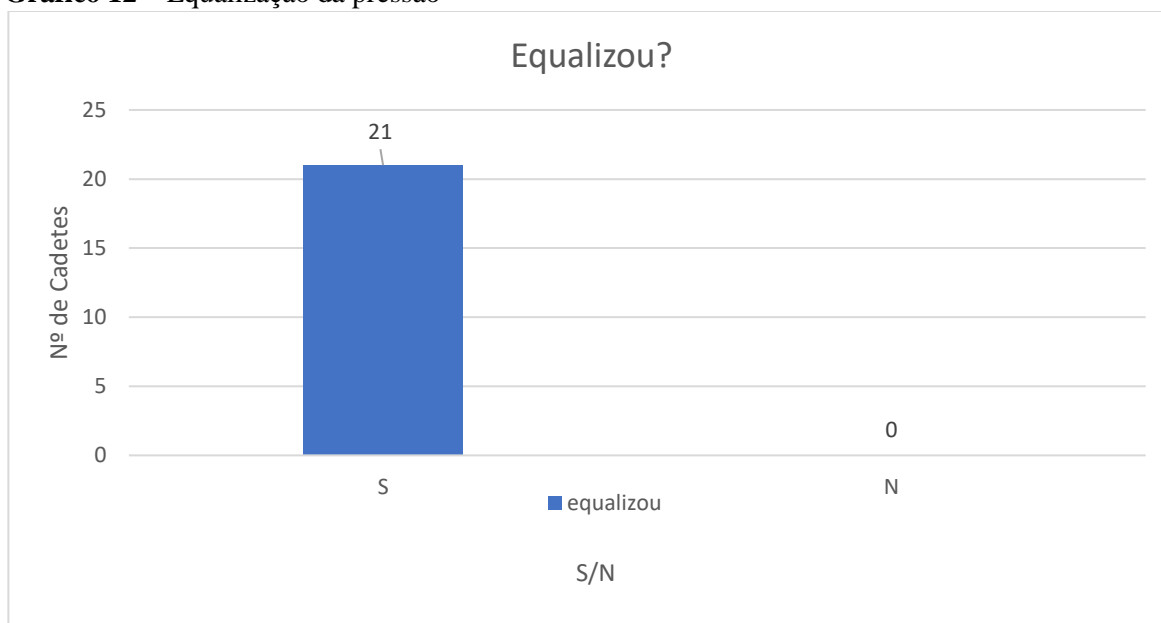
Sobre a frequência da ocorrência dos sintomas de Barotrauma durante os voos, o Gráfico 11 mostra que o Grupo Experimental realizou 97 voos, nestes voos, 54% não ocorreu Barotrauma, em 28% uma ocorrência e 12 % duas ocorrências.

Gráfico 11 – Frequência dos sintomas



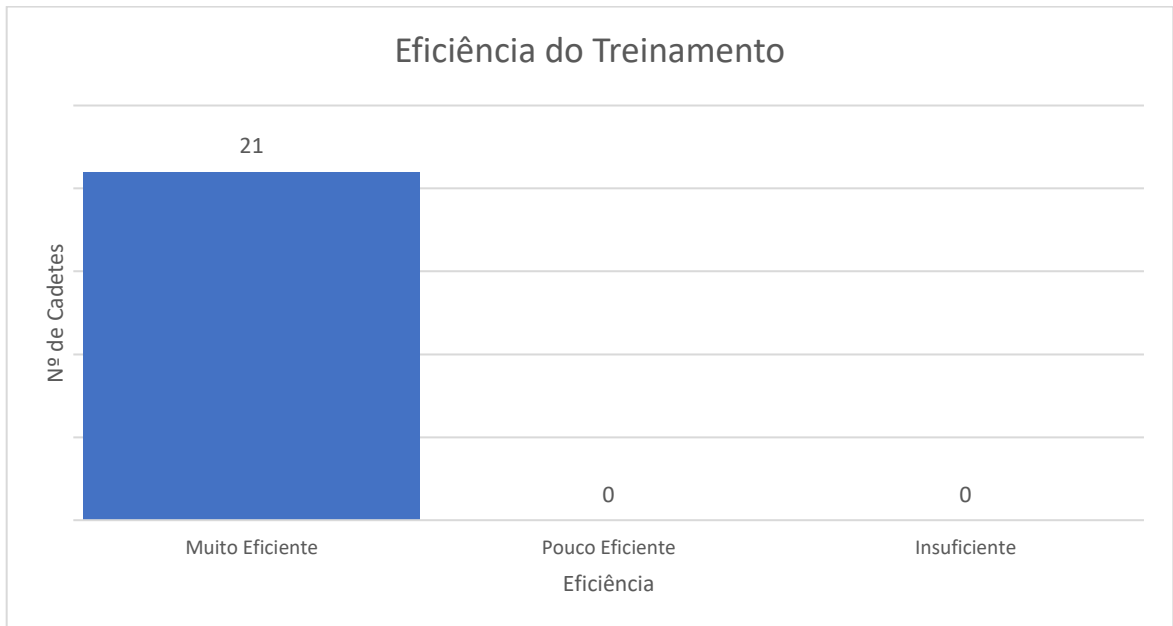
No Gráfico 12 observa-se que 100% da amostra conseguiu realizar a equalização da orelha média, quando ocorreu o Barotrauma.

Gráfico 12 – Equalização da pressão



A questão 04 do questionário pós treinamento, indagou sobre a eficiência do Treinamento Aquático para prevenção e reversão dos sintomas de Barotrauma em voo e o gráfico 13 apresenta o resultado obtido de que 100% do Grupo Experimental considera tal treinamento muito eficaz.

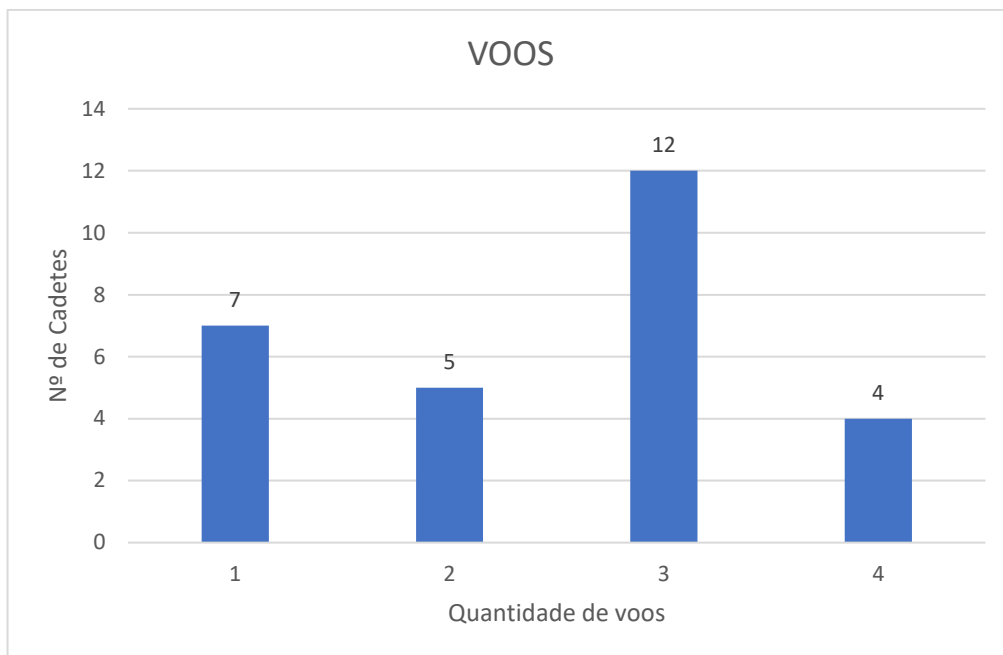
Gráfico 13 – Eficiência do Treinamento



Pós treinamento Grupo Controle

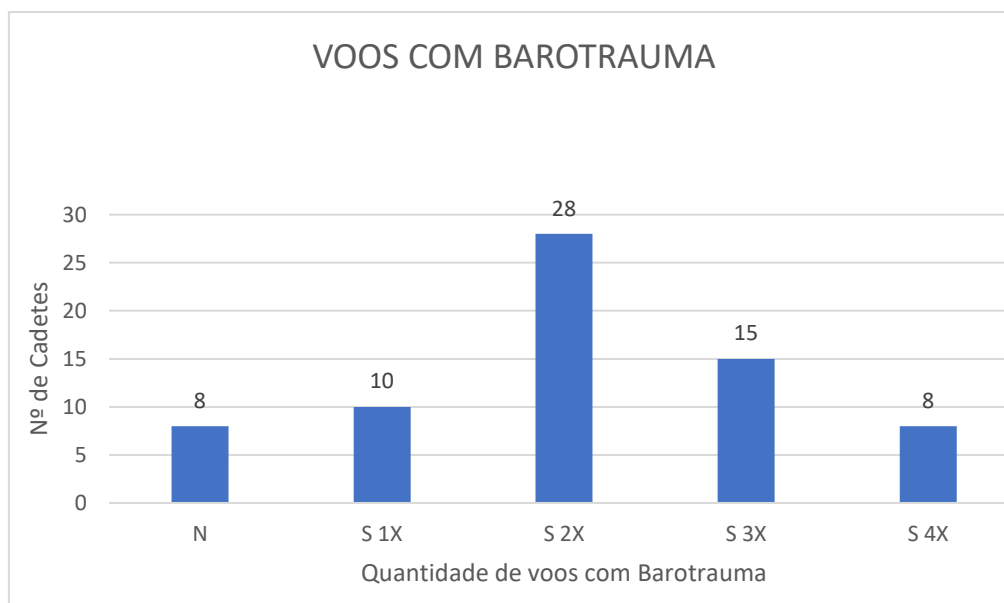
Durante o período de Treinamento Aquático do Grupo Experimental, o Grupo Controle, que não realizou nenhuma atividade preventiva ao Barotrauma, teve as seguintes frequências de voo: 25% voaram 1 vez, 18% 2 voos, 43% realizaram 3 voos e 14% 4 voos, ilustrado a seguir pelo Gráfico 14.

Gráfico 14 – Quantidade de voos Grupo Controle

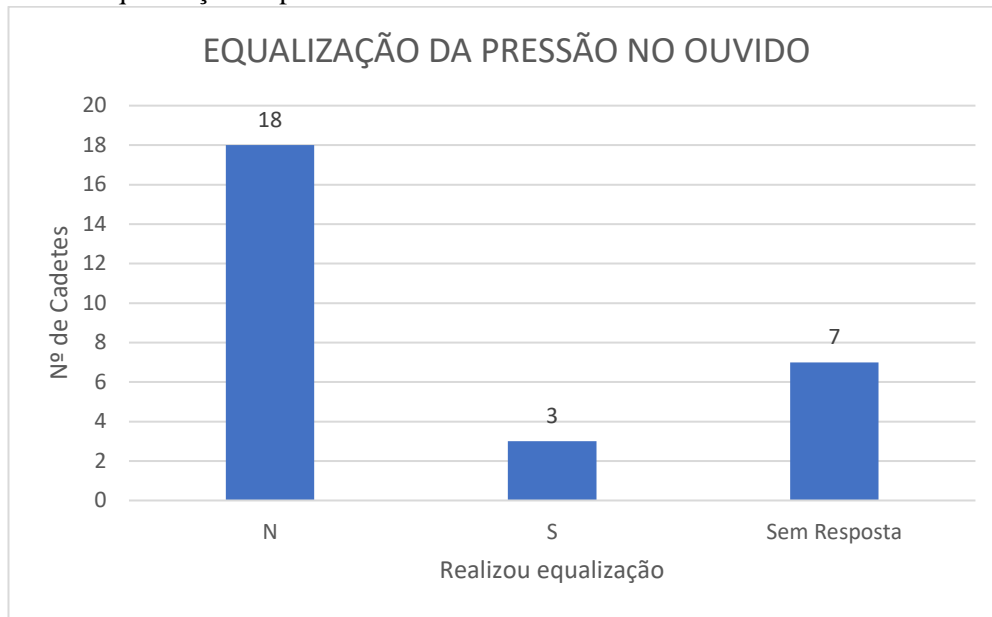


Quanto a ocorrência de Barotrauma, 78% dos indivíduos do Grupo Controle mantiveram os sintomas de Barotrauma enquanto 22% relataram não ter ocorrido os sintomas.

Gráfico 15 – Quantidade de voos com sintomas de Barotrauma



No Gráfico 16 observamos que dos 28 indivíduos do Grupo Controle, 65% não equalizaram a pressão no ouvido, 10% equalizaram e 25% não responderam a questão.

Gráfico 16 – Equalização da pressão no ouvido

4 DISCUSSÃO

O Barotrauma do ouvido médio é a lesão mais comum no mergulhador (BECKER & PARELL, 2001). Deve-se a um desequilíbrio de pressão entre a cavidade do ouvido médio em relação à pressão ambiente no exterior do corpo, ou seja, no caso do mergulhador, à pressão da água exercida na profundidade em que se encontra. As técnicas de compensação como a manobra de Valsava (aumento da pressão intratorácica com as narinas fechadas) ou de Toynbee (deglutição com as narinas ocluídas) devem ser realizadas desde o início da imersão, que corresponde ao início do aumento de pressão, permitindo que a trompa de Eustáquio se mantenha permeável e ocorra passagem de ar da nasofaringe para o ouvido médio. Mantém-se assim uma pressão igual do lado externo e interno da membrana timpânica.

No Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, ainda no estágio de aprendizagem do mergulho, são ensinadas as técnicas de equalização da pressão na orelha média e, segundo o Comandante do GOST, o mergulhador Major QOBM Daniel Lorenzetto, obtém-se sucesso na prevenção do Barotrauma em mergulho.

Na aviação o barotrauma também é umas das patologias que podem ocorrer a qualquer aeronavegante durante sua rotina de trabalho. Os fatores que desencadeiam a ocorrência deste

mal são cotidianos na vida de qualquer pessoa, porém pode gerar graves consequências à audição.

Assim como grande parte das doenças relacionadas à aviação, a prevenção é um fator que substancialmente diminui a possibilidade de um dano fisiológico decorrente do disbarismo (HAMILTON-FARREL e BHATTACHARYA, 2004; BAERWALD *et al.*, 2008).

Um estudo de Mirza e Richardson (2005) observou que o barotrauma que ocorre durante a viagem aérea envolve inflamação traumática da orelha média, causada por uma diferença de pressão entre o ar na orelha média e a atmosfera externa, desenvolvendo após a subida ou mais geralmente a descida. A diferença de pressão ocorre devido à falha na trompa de Eustáquio para equilibrar a orelha média e as pressões atmosféricas. É um problema comum, apresentando plenitude de ouvido, otalgia e surdez. Casos graves podem resultar em perfuração e até ruptura da membrana timpânica. De três ensaios controlados randomizados, um mostrou que os descongestionantes da pseudoefedrina oral reduziram a otalgia em adultos com dor de ouvido recorrente durante a viagem aérea, enquanto que outros descobriram que a pseudoefedrina oral não diminuiu o dor nas orelhas. O terceiro ensaio mostrou que o spray nasal descongestivo de oximetazina, tomado 30 minutos antes da descida, não produziu uma redução estatisticamente significativa nos sintomas de barotrauma em adultos com dor de ouvido recorrente durante a via aérea.

O barotrauma da orelha média durante o voo é um transtorno doloroso experimentado por passageiros que não podem regular adequadamente a pressão da orelha média, em resposta à mudança das pressões da cabine durante a subida e a descida. Um modelo matemático foi proposto para se conhecer a regulação da pressão da orelha média e a resposta da pressão às mudanças na pressão da cabine em voos. Os resultados documentam mecanismos de amortecimento que diminuem a eficiência necessária da abertura da trompa de Eustáquio. Estes incluem a diferença relativa entre as elevações de destino e de partida e a proporção do deslocamento máximo do volume da membrana timpânica para o volume do ouvido médio, onde maiores valores absolutos requerem menor eficiência para o voo sem Barotrauma (KANICK,2005).

Ainda segundo Kanick (2005), o tipo específico de déficit funcional é importante, uma vez que as orelhas com uma trompa de Eustáquio completamente obstruída podem ser menos suscetíveis ao barotrauma do que aquelas com trompa de Eustáquio que se abre passivamente, mas não se dilata em resposta à atividade muscular. Esses sistemas de

armazenamento podem explicar por que algumas crianças e adultos com má função da trompa de Eustáquio não experimentam barotrauma do ouvido médio.

Os determinantes do barotrauma não foram claramente estabelecidos. Usando dados dos ensaios controlados randomizados, foram examinados respectivamente a associação entre as pressões das vias aéreas e o risco de barotrauma precoce em tripulantes. Durante os primeiros dias de estudo, a incidência cumulativa de barotrauma foi de 13% (KUMAR *et al.*, 2015).

Apesar de ser uma patologia frequente e, facilmente prevenida, o BTOM continua ainda a ser um problema de saúde com pouca divulgação pública. Devido ao risco de sequelas a longo prazo e a morbidade associada, é essencial a divulgação de medidas preventivas ao público-alvo (TRUEVA, 2017).

Na Academia da Força Aérea os cadetes aviadores estão expostos a condições latentes de risco que podem resultar em um barotrauma. A peculiaridade da instrução de voo na AFA, com manobras de rápida e grande variação de altitude gera um grupo potencialmente exposto, pois a equalização das pressões interna e externa do corpo devem ser bem eficazes a fim de evitar um trauma na orelha média. Com isso devem-se tomar medidas para que se previna a ocorrência de barotrauma na formação do aeronavegante. Segundo Mirza e Richardson (2005), o barotrauma é um problema que preocupa os órgãos internacionais de aviação. Um dos alertas é o de não voar gripado ou com sinusite, justamente pela possibilidade de um barotrauma em um voo doméstico comum, utilizado diariamente por milhares de pessoas.

O motivo da escolha do treinamento em piscina para ensinar as manobras de equalização da orelha média, deve-se ao fato de que, qualquer intervenção ou pesquisa durante os voos dos cadetes seria inviável. Já o meio aquático, por apresentar a diferença de pressão necessária para provocar os sintomas do Barotrauma, tornou-se uma alternativa muito adequada. Soma-se também que a autora é Instrutora de Iniciação de Natação dos Cadetes da AFA.

A seleção dos Grupos Experimental e Controle foi feita de forma randômica e aleatória, resultando, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, em um Grupo com 63 cadetes. Feito o sorteio, 32 indivíduos formaram o Grupo Experimental e 31 o Grupo Controle. No decorrer do período do treinamento aquático, 03 cadetes do Grupo Controle foram desligados e 11 cadetes dispensados do Grupo Experimental por já terem finalizado os voos.

Com a aplicação do primeiro questionário, os resultados mostraram que 51% da amostra de cadetes não possui um conhecimento básico sobre o que é o barotrauma. Mostrou também que algumas técnicas de equalização da pressão da orelha média são utilizadas durante a instrução de voo na AFA. Os cadetes, em sua grande maioria, relataram já terem sido alertados

sobre o risco de se voar gripado e constipado, porém foi levantado também, que mesmo com toda a instrução que lhes é passada, ressaltando os fatores que provocam e as consequências do barotrauma, ainda alguns cadetes continuam a voar em condições não ideais de saúde. Podemos inferir também que a cultura preventiva que acompanhará estes futuros oficiais, durante toda a sua carreira, precisa ser aperfeiçoada.

Durante as semanas de intervenção, os cadetes realizaram em média, 4 voos.

Após a realização dos treinamentos na piscina, a prevalência do Barotrauma em voo no Grupo Experimental foi reduzida, 57% dos cadetes não tiveram ocorrência e dos 43% que tiveram, 100% conseguiram realizar as manobras de equalização da pressão na orelha média com sucesso.

No grupo controle, as estatísticas mostram que não houve alteração significativa na ocorrência de Barotrauma. 78% continuaram com os sintomas e somente 10.7% fizeram a equalização correta da pressão na orelha média.

Os cadetes do Grupo Experimental cumpriram os treinamentos propostos com êxito e relataram que somente por saber como realizar as manobras de equalização do ouvido, já sentiram mais segurança para realizar o voo, sem o receio de que o Barotrauma pudesse atrapalhar a concentração ou a comunicação com o instrutor.

Ao final da análise dos dados e em feedback repassado, os treinamentos para prevenção e tratamento de Barotrauma em meio aquático, mostrou-se uma alternativa sem custos para a Unidade Militar e muito eficiente a ser trabalhada com os Cadetes Aviadores da AFA.

REFERÊNCIAS

- ALBERY, W. B. Acceleration in other axes affects +Gz tolerance:dynamic centrifuge simulation of agile flight. **Aviation Space and Environmental Medicine**. Virginia, v. 75, n. 1, p. 1–6, jan. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.2206184>. Acesso em: 10 jan. 2019.
- BAERWALD, E.F. *et al.* Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. **Current Biology**. Cambridge, v. 18, n. 16, 26 ago. 2008.
- BASTOS, A. G. D.; SOUZA, A. T. C. L. de. Barotite média em tripulantes da aviação civil. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. São Paulo, v. 70, n. 1, p. 102-105, jan./fev. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992004000100017&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 set. 2019.
- BEZERRA, T. A. R. *et al.* Incidência de barotrauma na formação dos cadetes aviadores na Força Aérea Brasileira. **Coleção Pesquisa em Educação Física**. Várzea Paulista, v. 17, n. 1, p. 55-62, 2018. ISSN: 1981-4313.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Manual de Instruções da Aviação: 2º Esquadrão de Instrução Aérea**. Pirassununga, SP, 2012.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **Programa de Instrução e Manutenção Operacional**. Pirassununga, SP, 2019.
- BURNS, J. W. *et al.* Protection to +12 Gz. **Aviation Space and Environmental Medicine**. Virginia, v. 72, n. 5, p. 413–421, may 2001.
- BUTCHER, P. A. *et al.* Assessing barotrauma among angled snapper (*Pagrus Auratus*) and the utility of release methods. **Fish Research**. Netherlands, v. 127-128, p. 49–55, set. 2012.
- CALDEIRA, Filipe Manuel Estêvão. **A prática do mergulho e a patologia ORL: Barotrauma**. 2016. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- HAMILTON-FARRELL, Martin; BHATTACHARYYA, Abir. Barotrauma. **Injury**. United Kingdom, v. 35, n. 4, p. 359–70, apr. 2004.
- KANICK, Stephen Chad; Doyle, William J.. Barotrauma during air travel: predictions of a mathematical model. **Journal of Applied Physiolog**. Maryland, v. 98, n. 5, p. 1592–1602, 2005. Disponível em: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japplphysiol.00974.2004>. Acesso em: 26 nov. 2018.
- KUMAR, Satheesh. *et al.* Barotrauma: tooth under pressure. **The New York State Dental Journal**, New York, v. 81, n. 3, p. 22-6, apr. 2015.

EMBRAER. **Manual de vôo: avião T-27 EMB-312 Tucano**. Embraer: Rio de Janeiro, 1984.

MELO, Marília Fernandes Soares de; SILVANY NETO, Annibal Muniz. Revisão narrativa sobre riscos ocupacionais físicos e saúde de pilotos de aviação comercial. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Bahia, v. 36, n. 2, p. 465-481, abr./jun. 2012.

MIRZA, S.; RICHARDSON, H. Otic barotrauma from air travel. **Journal of Laryngology & Otology**, United Kingdom, v. 119, n. 5, p. 366–70, may 2005.

TOCINO, I.; WESTCOTT, J. L. **Barotrauma**. *Radiologic Clinics of North America*, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 59-81, 1996.

MIYAMOTO, Richard. T. **Barotrauma do ouvido**. Nova Jérsei, fev. 2018. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-do-ouvido,-nariz-e-garganta/doen%C3%A7as-do-ouvido-m%C3%A9dio/barotrauma-do-ouvido>. Acesso em: 10 set. 2018.

TRUEVA, Martim Afonso Mata Caires Sainz. **Barotrauma médio nos tripulantes da aviação civil**. 2017. Dissertação (Mestrado em Medicina) – Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

APÊNDICE A

Dados de Identificação

Título do Projeto: “*Análise e tratamento do Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea através de exercícios aquáticos e avaliação do equilíbrio em plataforma de força.*”

Pesquisador Responsável: Patricia Bezerra Lamego Alves Nome do participante:

Data de nascimento: R.G.:

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, do projeto de pesquisa “*Análise e tratamento do Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea através de exercícios aquáticos e avaliação do equilíbrio em plataforma de força.*” , de responsabilidade do (a) pesquisador (a) Patricia Bezerra Lamego Alves .

Leia cuidadosamente o que segue e me pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso aceite fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que consta em duas vias. Uma via pertence a você e a outra ao pesquisador responsável. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade.

Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. O trabalho tem por objetivo criar um programa de treinamento em meio aquático, para prevenção de Barotrauma em voo nos cadetes aviadores, da Academia da Força Aérea.
2. A minha participação nesta pesquisa consistirá em realizar o teste de equilíbrio em uma Plataforma de Força e participar dos treinamentos com exercícios de mergulho, para controle da pressão na orelha média, na piscina olímpica da Academia da Força Aérea (AFA). Para as análises relativas à plataforma de Força, estarão presentes os sujeitos da amostra, as pesquisadoras Patricia Bezerra Lamego Alves e Aquila Denófrio da Rocha e o pesquisador Thiago Augusto Rochetti Bezerra. Durante as sessões da Plataforma de Força e dos treinamentos na piscina poderá ser feito o registro de imagens.

3. Durante a execução da pesquisa poderão ocorrer casos de Barotrauma durante os treinamentos, que serão minimizados, com o auxílio da pesquisadora, ou, se necessário, apoio médico do Hospital da Academia da Força Aérea.
4. Ao participar desse trabalho contribuirei com a confecção de um manual ou norma de trabalho, para o tratamento e diminuição dos casos de Barotrauma em voo da aeronave T25, em Cadetes Aviadores da AFA.
5. A minha participação neste projeto deverá ter a duração de 06 semanas, em encontros 3x (três vezes) por semana, no horário de 11h 30m, com a duração aproximada de 40 minutos.
6. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderei deixar de participar ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e não sofrerei qualquer prejuízo.
7. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação, no entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, serei ressarcido.
8. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de minha participação no estudo, poderei ser compensado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde
9. Meu nome será mantido em sigilo, assegurando assim a minha privacidade, e se eu desejar terei livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.
10. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e que os resultados poderão ser publicados.

11. Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com 1T Patricia Bezerra, pesquisador (a) responsável pela pesquisa, telefone: (19) 3565-6603 e (19) 99849-1489, e-mail: patiblalves@gmail.com, ou com o pesquisador 1T Rochetti, telefone (19) 3565-6592.

Eu, _____ RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Pirassununga, _____ de _____ de 2019.

Assinatura do participante

Nome e assinatura do responsável por obter o consentimento

APÊNDICE B**Questionário Barotrauma 01**

1. Você sabe o que é barotrauma?

Sim Não

2. Você já apresentou algum destes sintomas durante o voo? (pode marcar mais de uma opção)

Sensação de ouvido ‘tampado’

‘Estalar’ do ouvido

Zumbido

3. Com que frequência sentiu estes sintomas no período de instrução Aérea?

Nunca As vezes Frequentemente Sempre

4. Qual a manobra realizada pelo avião quando ocorreram os sintomas imediatamente antes dela?

Nivelado Curva Acrobacia Parafuso

Outra - Especificar: _____

5. Costuma realizar alguma técnica, quando sente este desconforto no ouvido, (valsalva, mascar chicletes) para tentar aliviá-la?

Sim Não

6. Em caso positivo na questão anterior, qual técnica utilizou?

Valsalva

Bocejo

Mascar chicletes

Outro : _____

7. Já realizou voos estando com gripado, constipado ou com sinusite?

Sim Não

Quantas vezes? _____

8. Você já foi alertado dos perigos de se voar gripado, constipado ou com sinusite?

Sim Não

9. Você sabe nadar?

Não sei nadar, sou afogado Não sei nadar, mas consigo mergulhar

Sei nadar e mergulhar Sou atleta de algum esporte aquático

APÊNDICE E

PROTOCOLO DE TREINAMENTO AQUÁTICO PARA PREVENÇÃO AO BAROTRAUMA/16 SEMANAS		
Duração aproximada de cada treino:	35 a 40 minutos	
EXERCÍCIO	REPETIÇÕES	INTERVALO ENTRE REPETIÇÕES
<i>1. Inspirar fora da água e expirar com a cabeça submersa</i>	10	10''
<i>2. Descida em canivete</i>	05	10''
<i>3. Salto em pé partindo da borda da piscina</i>	05	20''
<i>4. Mergulho de cabeça para o fundo da piscina, partindo de dentro dela, controlando a pressão do ouvido na subida.</i>	05	20''

- Antes de iniciar os treinamentos, é importante explicar ao grupo a ser treinado, sobre o barotrauma e as manobras de equalização da pressão no ouvido, principalmente a Valsalva.
- Deve ser realizado um breve treinamento prático das manobras de descompressão do ouvido antes da entrada na piscina.

ANEXO A

AUTORIZAÇÃO DO COMANDANTE DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA (AFA)



MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
ACADEMIA DA FORÇA AÉREA

Parte s/nº
 Protocolo COMAER nº 67510.001737/2019-89

Pirassununga, 15 de fevereiro de 2019.

Da 1º Ten QOCON MDS Patricia Bezerra Lamego Alves
 Ao Exmo. Sr. Comandante da Academia da Força Aérea

Assunto: Pesquisa de Mestrado da UNIFA.

Anexo: A. Boletim Mestrado Unifa; e
 B. Parecer CEP CONEP com inclusão de nomes de pesquisadoras.

1. Trata o presente expediente de consulta à V.Exa., sobre a possibilidade de realização da pesquisa de mestrado intitulada: "Análise e Tratamento do Barotrauma em Cadetes Aviadores da Academia da Força Aérea, através de exercícios aquáticos".
2. Dentro deste cenário, explano que, o intuito da pesquisa, é desenvolver um programa de treinamento em meio aquático (piscina do ginásio de esportes) para reduzir a incidência de Barotrauma em voo, nos cadetes aviadores do 2º Esquadrão, da AFA.
3. Tal pesquisa será realizada da seguinte forma: em uma primeira fase ocorrerá a aplicação de um questionário, após o início das instruções de voo do 2º Esquadrão, o qual selecionará os indivíduos da amostra. Na segunda fase, os militares da amostra terão uma explanação sobre a patologia Barotrauma e suas implicações na saúde e segurança do piloto, e então será realizado um treinamento que consiste em 4 exercícios de mergulho na piscina do Ginásio de Esportes, realizados duas vezes por semana durante 30 minutos, em que os cadetes aprenderão a equalizar a pressão na orelha externa. Na terceira fase, será feita a aplicação de outro questionário para averiguar se houve melhora da incidência do Barotrauma nos cadetes da amostra.
4. Para a aplicação da pesquisa serão necessárias intervenções no 2º EIA, para a aplicação dos questionários após a realização do voo e uso da piscina interna do ginásio de esportes, durante 8 semanas.
5. Para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários, estarei à disposição de V.Exa.

PATRÍCIA BEZERRA LAMEGO ALVES 1º Ten QOCON

DE/AO	Data	Despacho	Prazo	Recebido	Ciente	Resolvido
DE: 1º TEN Patrícia Bezerra(CCAer_SEF_SSIED_Adj3) AO: CCAer_SEF_Adj - Conhecimento	15/02/19 às 03:08 PM	Encaminho a V. Sa., parte pessoal para o Cmt da AFA, sobre minha pesquisa de mestrado. Respeitosamente IT Patricia Bezerra		SIM	SIM	
DE: TEN CEL Olympio(CCAer_SEF_Adj) AO: CCAer_Cmt - Análise	18/02/19 às 10:10 AM	Para apreciação de V.Sa., possível aprovação e posterior encaminhamento ao Cmt da AFA. Respeitosamente. TC Olympio.		SIM	SIM	SIM
DE: CEL Arrais(CCAer_Cmt) AO: AFA_Cmt - Conhecimento	19/02/19 às 06:09 PM	Encaminho a V.Exa. para apreciação. O Corpo de Cadetes não possui impedimentos.		SIM	SIM	
DE: BRIG David(AFA_Cmt) AO: CCAer_Cmt - Conhecimento	20/02/19 às 08:44 AM	Restituo a V.Sa. informando que sou de parecer favorável ao pleito		SIM	SIM	
DE: BRIG David(AFA_Cmt) AO: DE_Ch - Conhecimento	20/02/19 às 08:44 AM	Encaminho a V.Sa. para as medidas julgadas pertinentes, informando que a pesquisa em tela tem o aval deste Comando.		SIM	SIM	
DE: BRIG David(AFA_Cmt) AO: DOA_Ch - Conhecimento	20/02/19 às 08:44 AM	Encaminho a V.Sa. para as medidas julgadas pertinentes.		SIM	SIM	
DE: CEL Afonso Henrique(DOA_Ch) AO: DOA_SDIV_Ch - Conhecimento	20/02/19 às 10:32 AM	Encaminho a V.Sa. para seu conhecimento e providências. Favor encaminhar ao Cmt do 2º EIA.		SIM	SIM	
DE: CEL Afonso Henrique(DOA_Ch) AO: CCAer_Cmt - Análise	20/02/19 às 10:32 AM	Encaminho a V.Sa. para sua análise. As considerações sobre esta pesquisa são semelhantes às da pesquisa da Ten Aquila, sobre aerocinetose. Há que se considerar que o número de indivíduos do público alvo possa variar entre o início e o término da pesquisa.		SIM	SIM	SIM
DE: CEL Arrais(CCAer_Cmt) AO: CCAer_SEF_SSIED_Adj3 - Conhecimento	20/02/19 às 05:54 PM	Autorizado pelo Comandante da AFA. Tomar ciência dos demais despachos.		SIM	SIM	
DE: CEL Gonçalves(DE_Ch) AO: DE_Adj1 - Conhecimento	21/02/19 às 05:55 PM	Encaminho para conhecimento e considerações.		SIM	SIM	
DE: CEL Afonso Henrique(DE_Adj1) AO: DE_SPPC_Ch - Conhecimento	04/09/19 às 11:34 AM	Encaminho à senhora para seu conhecimento. O pleito foi autorizado pelo Cmt da AFA. Apenas para fluxo processual, e por se tratar de uma pesquisa científica, encaminhamento para seu controle.		SIM	SIM	

ANEXO B

COMISSÃO NACIONAL DE
ÉTICA EM PESQUISA

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Análises Fisiológicas de Cadetes e Oficiais Aviadores da Força Aérea Brasileira

Pesquisadores: Thiago Augusto Rochetti Bezerra (Coordenador)

Patrícia Bezerra Lamego Alves

Áquila Denófrío da Rocha

Área Temática: Área 5. Novos procedimentos ainda não consagrados na literatura.

Versão: 2

CAAE: 18114413.4.0000.5414

Instituição Proponente: COMANDO DA AERONAUTICA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 340.178

Data da Relatoria: 16/06/2018

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Idem.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Sim

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado

BRASÍLIA, 16 de Junho de 2018

Assinador por:
Jorge Alves de Almeida Venancio
(Coordenador)