



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**GUILHERME REICHERT LEDUR**

**TRANSPORTE AEROMÉDICO BRASILEIRO: ESTUDO DE ASPECTOS  
RELACIONADOS À EXECUÇÃO DO TRANSPORTE AEROMÉDICO DE  
PACIENTES**

**Palhoça**  
**2018**



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**GUILHERME REICHERT LEDUR**

**TRANSPORTE AEROMÉDICO BRASILEIRO: ESTUDO DE ASPECTOS  
RELACIONADOS À EXECUÇÃO DO TRANSPORTE AEROMÉDICO DE  
PACIENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Profa. Dra. Conceição Aparecida Kindermann

Palhoça  
2018

**GUILHERME REICHERT LEDUR**

**TRANSPORTE AEROMÉDICO BRASILEIRO: ESTUDO DE ASPECTOS  
RELACIONADOS À EXECUÇÃO DO TRANSPORTE AEROMÉDICO DE  
PACIENTES**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 21 de junho de 2018.

---

Profª. Orientadora Conceição Aparecida Kindermann, Dra.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Cleo Marcus Garcia, MSc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho a todos que me auxiliaram de alguma maneira a conquistar o título de Bacharel pelo curso de graduação em Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a minha família por todo o apoio, incentivo e confiança em mim depositados durante o trajeto acadêmico até aqui. Indubitavelmente sem tal suporte esta conquista jamais seria possível.

Em segundo, porém não menos importante reconheço a contribuição de inúmeros amigos e colegas que de diferentes formas contribuíram para o meu êxito nesta caminhada.

Aproveito a oportunidades para deixar os meus mais sinceros agradecimentos a toda a equipe da Universidade do Sul de Santa Catarina que sempre muito prestativos e eficientes me ajudaram durante esses três anos de muito estudo e aprendizado. A todo o quadro de professores da Universidade e principalmente a minha orientadora Profa. Dra. Conceição Aparecida Kindermann que me norteou neste último grande passo rumo a minha graduação.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

## RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo compreender os principais aspectos da fisiologia do corpo humano e dos equipamentos médicos embarcados durante o transporte aeromédico e, também, identificar as regulamentações que regem esta atividade aérea em específico. Como metodologia, utilizou-se a pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. A coleta de dados foi a partir do procedimento bibliográfico e documental. Serviram como base autores como João de Carvalho Castros (2012), Thais Russomano (2012), Jorge Ilha Guimarães (2013) e Roy Dehart (1996), juntamente com documentos de regulamentação da aviação civil brasileira. Pôde-se constatar que há uma carência de pesquisas relacionadas ao tema aqui proposto, motivo pelo qual se justificou este trabalho. A partir da análise dos dados, verificou-se que, quando exposto a uma determinada altitude, sofrem influências: a) o corpo humano, destacando-se as principais como: a hipóxia, o disbarismo e a hipotermia; e b) os equipamentos médicos embarcados, mesmo em aeronaves pressurizadas. Tem-se como resultado a identificação das regulamentações que regem esta atividade bem como dos principais problemas apresentados pelo organismo quando exposto à altitude. Também é possível compreender porque o uso de respiradores controlados eletronicamente e bombas de infusão para controle de fluxo se fazem necessárias nos equipamentos médicos embarcados.

Palavras-chave: Transporte aeromédico. Aspectos fisiológicos. Pacientes.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to understand the main physiological aspects of the human body and about the medical equipments in the aeromedical transport and, also, to identify the regulations of this air activity, specifically. The methodology used was descriptive research with a qualitative approach. As for data collection, it is a bibliographical research. It served as a basis the work of authors such as João de Carvalho Castros (2012), Thais Russomano (2012), Jorge Ilha Guimarães (2013) and Roy Dehart (1996), along with documents on the regulations of the Brazilian civil aviation. As there are still many gaps in the production of studying material about the subject, from data analysis it has been verified that when exposed to certain altitude, the following is being influenced: a) human body, hypoxia, decompression sickness and hypothermia as the main; and b) medical equipment onboard, including those on pressurized aircraft. Identification of the regulation of this activity and the main problems the human body experiences when exposed to altitude, come as a result. It is also possible to understand the reason to have electronically controlled breather and infusion bombs for flux control on required medical equipment onboard.

Keywords: Aeromedical transport. Physiological aspects. Patients.



**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Comportamento da altitude da cabine em voo.....25

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Divisão fisiológica da atmosfera.....	17
Quadro 2 - Lei dos gases e suas repercussões fisiológicas.....	18
Quadro 3 - Orientações de segurança para o voo de helicóptero (embarque e desembarque). 27	
Quadro 4 - Avaliação da cena para o transporte aeromédico.....	28
Quadro 5 - Itens a serem inspecionados a distância.....	31
Quadro 6 - Aeronaves utilizadas no transporte aeromédico.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	13
<b>1.2.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>13</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	13
1.4 METODOLOGIA .....	14
<b>1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa .....</b>	<b>14</b>
<b>1.4.2 Materiais e métodos.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4.3 Procedimentos de coleta de dados.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4.4 Procedimentos de análise dos dados .....</b>	<b>15</b>
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>2 A FISILOGIA DO CORPO HUMANO EM ALTITUDE E OS PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS À ALTITUDE.....</b>	<b>16</b>
2.1 ATMOSFERA TERRESTRE E A FISILOGIA DO CORPO PERANTE SUAS CARACTERÍSTICAS.....	16
2.2 PROBLEMAS RELACIONADOS À ALTITUDE .....	19
<b>2.2.1 Hipóxia.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Disbarismo.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.3 Hipotermia .....</b>	<b>22</b>
<b>3 ASPECTOS DO AMBIENTE .....</b>	<b>24</b>
3.1 PRESSURIZAÇÃO.....	24
3.2 VIBRAÇÕES .....	25
3.3 ALTITUDE E SEUS EFEITOS NOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS EMBARCADOS	26
3.4 ALIMENTAÇÃO DOS PROFISSIONAIS .....	26
3.5 SEGURANÇA E SEUS PROTOCOLOS .....	27
<b>4 TRANSPORTE AÉREO DE PACIENTES E SUA REGULAMENTAÇÃO.....</b>	<b>30</b>
4.1 REGULAMENTAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO DE PACIENTES .....	30
4.2 AERONAVES .....	32
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É notável que, ao passar dos últimos anos, a procura por novas tecnologias para a manutenção da vida humana vem apresentando um grande crescimento, assim como avanços inovadores no que diz respeito à área da saúde. Um dos reflexos que podemos perceber deste avanço é o trabalho em conjunto de determinadas áreas, até então independentes, em prol de uma finalidade específica comum.

Buscando meios de auxiliar as pessoas no que diz respeito à manutenção da vida, o transporte aeromédico apresentou-se como um excelente recurso, reduzindo as distâncias entre os enfermos e os hospitais e centros de tratamento. Diferentes aeronaves vieram a ser empregadas para suprir essa necessidade de um transporte rápido de pacientes, quando este faz-se necessário.

Com o tempo, a aviação desenvolveu-se para suprir a carência no transporte rápido e eficaz de pacientes. Na grande maioria das vezes, com aeronaves modernas e principalmente com equipamentos de alta tecnologia a bordo das mesmas, para poder assistir as mais diversas situações de transporte de enfermos e/ou órgãos.

Historicamente, durante a Primeira Guerra Mundial tivemos as primeiras investidas nas remoções aeromédicas em condições totalmente improvisadas e precárias “porém eram transportes realizados com ausência ou limitações de profissionais de saúde, principalmente médicos”. (FERRARI, D. 2011). Já na Segunda Guerra Mundial é notável o avanço desse tipo de transporte já com leito, com sistemas de oxigênio suplementar e com a presença de um enfermeiro de voo (*flight nurse*), para acompanhar o transporte do paciente. Sendo assim, a partir daí, maiores foram os desenvolvimentos, porém sempre com orçamentos de custos limitados e de pessoal treinado para atuar neste tipo de operação.

Ao longo do tempo, com a maior frequência de voos e, também, a utilização de aeronaves mais amplas e com médicos a bordo além de enfermeiros, o conhecimento sobre a fisiologia do voo passou a ser melhor, contribuindo para um transporte mais rápido e adequado. As “ambulâncias aéreas” com marcas apropriadas e outros sistemas específicos tornaram as remoções cada vez mais eficientes.

Sem sombra de dúvidas um grande passo neste tipo de transporte foi a implementação do helicóptero. Devido à versatilidade desse meio de transporte, de suas

possíveis configurações e de, principalmente, não necessitar de uma pista de pouso, já que seu pouso e sua decolagem são na vertical, ele foi um divisor de águas no transporte aeromédico.

A fisiologia de voo bem como seus aspectos interferem no organismo humano de diferentes formas. À vista disso, tendo como foco o transporte aeromédico, este trabalho busca expor e incrementar conhecimentos sobre os principais aspectos fisiológicos que estão envolvidos e que podemos encontrar na operação aérea do transporte aeromédico de pacientes. Também ressaltando aqui a importância desta pesquisa pelo fato de que ainda não é um tema muito abordado e por isso poderá contribuir para pesquisas e trabalhos relacionados com o tema.

Por fim, analisando a atual realidade do transporte aeromédico brasileiro, apresento aqui os principais problemas apresentados no voo para os passageiros, pilotos, médicos, enfermeiros e acompanhantes a bordo de aeronaves aeromédicas, bem como os requisitos de homologação e operação do transporte aeromédico no Brasil.

## 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Podemos dizer que o transporte aeromédico inserido na área da aviação civil brasileira é uma prática relativamente nova e que exige uma série de especificações e cuidados para que possa ser realizada com eficiência e segurança. Por ser uma atividade aérea bem específica, deve seguir uma regulamentação própria para a sua operação e deve também ser dada uma atenção especial no que diz respeito à fisiologia de voo, tanto dos pacientes transportados quanto dos médicos, enfermeiros e tripulantes a bordo das aeronaves utilizadas com esta finalidade.

Quais os principais aspectos da fisiologia do corpo humano e dos equipamentos médicos embarcados no transporte aeromédico de pacientes e pessoas a bordo de aeronaves e quais regulamentações que regem esta atividade aérea em específico?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 objetivo geral

Compreender os principais aspectos da fisiologia do corpo humano e dos equipamentos médicos embarcados durante o transporte aeromédico e também identificar as regulamentações que regem esta atividade aérea em específico.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar quais são os mais importantes e comuns aspectos fisiológicos apresentados pelo corpo humano durante um voo de transporte aeromédico de paciente.
- Explicar quais são e por quais razões se dão os principais problemas apresentados pelo corpo humano relacionados à fisiologia de voo.
- Apresentar aos leitores uma síntese dos regulamentos exigidos pelo órgão responsável pelo setor da aviação civil brasileira para este tipo de transporte aéreo especializado.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Diante do significativo crescimento na busca pelo modal aéreo para o transporte de pacientes, torna-se necessário um estudo mais aprofundado sobre o tema tratado nesta pesquisa. É bastante notável que em um futuro não muito distante teremos um grande crescimento deste tipo de serviço, transporte e operação, uma tendência mundial como já existente em diversas nações, principalmente na Europa onde o resgate aeromédico através de helicópteros é frequentemente utilizado em regiões montanhosas, de neve e outras áreas de difícil acesso. Com um maior estudo do setor e dos fatores envolvidos nesta atividade, será possível uma maior e melhor compreensão do mesmo, refletindo assim em um desenvolvimento ordenado, eficiente e seguro, tanto para os operadores quanto para os clientes e pacientes.

Com o reconhecimento e análise dos principais aspectos que se fazem presentes no transporte aeromédico é possível compreendê-los melhor com relação à fisiologia do corpo humano durante o voo. A execução deste modal de transporte aéreo especializado gera diferentes reações no nosso organismo e com as informações aqui apresentadas é possível inteirar-se melhor dos aspectos relacionados e seus efeitos.

## 1.4 METODOLOGIA

### 1.4.1 Natureza da pesquisa e tipo de pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como descritiva, com procedimento bibliográfico e documental.

É feita uma análise de materiais existentes e artigos publicados por diferentes operadores, estudiosos e fomentadores da atividade de transporte aeromédico. Em relação à abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa.

### 1.4.2 Materiais e métodos

Foram pesquisados diferentes materiais como livros, artigos, teses, Leis e regulamentações de diferentes autores e autoridades com a finalidade de reunir materiais para o corpo da pesquisa. Encontram-se presentes dentre outros autores, Douglas Ferrari (2005), Marco Antônio Gomes (2011), Jorge Ilha Guimarães (2013), André Ricardo Moreira (2012), João de Carvalho Castros e Thais Russomano (2012), Gabriela Schweitzer (2011) Marco Antônio Zago (2012), Roy Dehart (1996) e Jeffrey R. Davis (2008).

Então, através de uma pesquisa qualitativa, busca-se a elaboração de um material que permita ao leitor um claro entendimento do conteúdo abordado.

### **1.4.3 Procedimentos de coleta de dados**

No intuito de informar como foram selecionados e como foram extraídos elementos aqui apresentados, informa-se que através de pesquisa bibliográfica e documental foram coletados dados para posterior análise.

### **1.4.4 Procedimentos de análise dos dados**

Com a finalidade de identificar os procedimentos adotados pelo autor para obter informações dos dados coletados, os critérios adotados referem-se à clareza na análise dos dados, buscando o encadeamento de evidências e a construção da explicação embasado em literaturas.

## **1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho está organizado em cinco diferentes capítulos, sendo o primeiro deles a introdução.

O segundo capítulo consiste em uma apresentação de informações fundamentais sobre as características da atmosfera terrestre. Nele também são expostos princípios da fisiologia do corpo humano em altitude, de uma forma genérica e necessária para um bom entendimento dos problemas relacionados à altitude contidos neste mesmo capítulo.

No terceiro capítulo são apresentados problemas relacionados aos aspectos do ambiente encontrado pelos ocupantes de uma aeronave durante o voo: pressurização, vibrações, a altitude e seus efeitos nos equipamentos médicos embarcados nas aeronaves, a alimentação dos profissionais e a segurança e seus protocolos.

Já no quarto capítulo é abordado o transporte aéreo de pacientes e as regulamentações que regem esta atividade aérea como também as principais aeronaves utilizadas e suas características. E, por último, são apresentadas as considerações finais.



## **2 A FISILOGIA DO CORPO HUMANO EM ALTITUDE E OS PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS À ALTITUDE**

Este capítulo trata da fisiologia do corpo humano, quando exposto a uma determinada altitude e seus principais problemas. Primeiramente discorre-se sobre a atmosfera terrestre e o comportamento da fisiologia do corpo humano perante às suas características, seguido da seção dois, problemas relacionados à altitude, quando são expostas as principais reações manifestadas pelo corpo humano quando exposto à altitude.

### **2.1 ATMOSFERA TERRESTRE E A FISILOGIA DO CORPO PERANTE SUAS CARACTERÍSTICAS**

A fim de uma melhor compreensão das alterações fisiológicas do corpo humano causadas pela altitude, é necessário conhecer previamente a atmosfera terrestre e suas características, assim como ter ciência de algumas leis da física que explicam o comportamento dos gases.

A atmosfera é um envelope gasoso que se estende de modo uniforme sobre toda a superfície terrestre. É nesta massa de ar que os voos se sustentam. O peso dos gases que a constitui exerce uma pressão que é definida como pressão atmosférica, ou ainda pressão barométrica. Essa pressão não é fixa e varia ao longo de toda a atmosfera, sendo sua densidade inversamente proporcional ao aumento da altitude. No planeta Terra especificamente falando, a atmosfera tem um papel fundamental na proteção de diversas ameaças provenientes do espaço sideral como por exemplo raios ultravioletas, ventos solares e meteoros. Ela é a fonte de oxigênio e de água (chuva) e componente reguladora de temperatura e das condições climáticas. Portanto, ela apresenta-se como elemento indispensável para o desenvolvimento e a manutenção da vida na terra. (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

A totalidade do ar atmosférico terrestre é, na verdade, um composto de diferentes gases, formado essencialmente por nitrogênio (78,08%) e oxigênio (20,95%). Também são encontrados outros gases como o gás hélio e o argônio, porém em pequena porcentagem. O vapor d'água também é um constituinte presente na composição. (GUIMARÃES, 2003).

A pressão atmosférica é normalmente expressa em milímetros de mercúrio (mm Hg). No nível médio do mar, ela equivale a 760 mm Hg ou a 1 atmosfera (atm). A medida que a altitude aumenta, a pressão dos gases é reduzida, tornando o ar rarefeito e diminuindo a pressão parcial dos gases que a compõe. (GUIMARÃES, 2003).

Em busca de estabelecer uma padronização da atmosfera, ela foi dividida em zonas fisiológicas, cujos efeitos das suas variações pressóricas e de gradiente térmico são notados em diferentes altitudes e refletem no funcionamento dos órgãos e de sistemas corporais. O Quadro 1 apresenta as divisões atmosféricas segundo a fisiologia humana.

Quadro 1 - Divisão fisiológica da atmosfera.

ZONAS	ALTITUDES	PRESSÃO	CARACTERÍSTICAS
Compensação Fisiológica	Nível do mar – 12.500 pés	760-523 mm Hg	Geralmente, o corpo humano se adapta nas faixas mais baixas. Problemas leves de enclausuramento gasoso podem ocorrer nos níveis mais baixos, enquanto falta de ar, tonteados, dor de cabeça e cansaço podem ocorrer nas camadas mais altas durante exposição prolongada.
Deficiência Fisiológica	12.500 – 50.000 pés	523-87 mm Hg	A maioria dos voos ocorre nesta zona. A baixa pressão atmosférica causa problemas significativos (hipóxia e doença descompressiva).
Equivalente Espacial	50.000 pés – 1.000 milhas	87-0 mm Hg	O ambiente é extremamente hostil para a vida humana. A exposição desprotegida acima da linha de Armstrong (63.000 pés) leva os líquidos

			a ferverem.
--	--	--	-------------

Fonte: Guimarães (2003)

Sendo assim, cada zona fisiológica possui suas características próprias, uma vez que engloba uma determinada gama de efeitos no corpo humano devido ao aumento da altitude e a consequente diminuição da pressão atmosférica. Esses efeitos mencionados, quando interligados com os efeitos causados pelo voo em um ambiente hipobárico, trazem à tona certas leis físicas que estão apresentadas no quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Lei dos gases e suas repercussões fisiológicas.

<b>LEI FÍSICA</b>	<b>EXPLICAÇÃO</b>	<b>APLICAÇÃO NA AVIAÇÃO</b>
Lei de Dalton $PT=P1+P2+.....+P N$	A pressão total de uma mistura de gases é igual à soma das pressões parciais de cada gás na mistura.	Hipóxia. Explica por que, quando se aumenta a altitude, reduz-se a pressão atmosférica total, bem como a pressão parcial de cada gás que participa dessa composição.
Lei de Boyle-Mariotte $P1/P2=V2/V1$	O volume de um gás é inversamente proporcional à pressão a qual está submetido, se a temperatura permanece constante.	Aerodilatação. Explica como as alterações de pressão permitem que o gás se expanda e contraia dentro das cavidades corporais (ouvidos, seios paranasais, tubo digestivo), com o aumento e diminuição da altitude.
Lei de Henry $P1/P2=A1/A2$	A quantidade de gás dissolvido em uma solução varia diretamente com a pressão deste gás sobre esta solução.	Doença da Descompressão. Explica por que o nitrogênio no sangue deixa de ficar dissolvido, formando bolhas que causam a doença descompressiva da altitude. À medida que aumenta a altitude, a pressão diminui, e o nitrogênio vai deixar o corpo humano

		equalizado com o meio externo. Se a alteração da pressão é muito rápida, o excesso de nitrogênio pode formar bolhas.
Lei de Graham Lei da Difusão Gasosa	Um gás vai difundir-se de uma área de alta concentração para uma área de baixa concentração.	Hipóxia. Explica a transferência de gases entre a atmosfera e os pulmões, os pulmões e o sangue, e o sangue e as células.
Lei de Charles $P_1/T_1=P_2/T_2$	A pressão de um gás é diretamente proporcional à sua temperatura.	Hipotermia. Esta lei não tem maiores implicações fisiológicas, uma vez que a temperatura corporal é mantida constante a 36,5° C.

Fonte: Guimarães (2003).

Na decorrência de um voo são diversas as mudanças físicas que ocorrem tanto no interior quanto fora da aeronave, essas alterações são conhecidas como “estressores de voo” e modificam a fisiologia do paciente atendido a bordo. As mencionadas as Leis de Boyle-Mariotte, Lei de Dalton, Lei de Henry, Lei de Graham e Lei de Charles provocam alterações de pressão atmosférica, densidade e temperatura. No interior das aeronaves, existe a presença de forças acelerativas, forças gravitacionais, vibrações, ruídos e de luminosidade que comprometem não apenas os pacientes embarcados mas também os pilotos e toda a equipe de voo. (BATISTA, 2009).

Compreendendo a dinâmica da atmosfera terrestre e suas mudanças com a variação de altitude, levando em consideração a Lei dos gases, podemos entender melhor o meio ao qual somos submetidos, quando nos elevamos no interior das aeronaves.

## 2.2 PROBLEMAS RELACIONADOS À ALTITUDE

Sabe-se que o organismo humano quando exposto a uma determinada altitude pode apresentar diferentes aspectos relacionados à diminuição da pressão atmosférica, do oxigênio e da temperatura do ar. Com o intuito de compreender melhor os efeitos dessas

variações no corpo humano apresenta-se a seguir os principais problemas encontrados ao elevar-se na atmosfera.

### **2.2.1 Hipóxia**

Hipóxia De acordo com Russomano e Castro (2012), e tomando como base o princípio das leis de Dalton e Graham, a hipóxia pode ser definida como o estado de deficiência de oxigênio no organismo humano. Tal insuficiência prejudica as funções do cérebro e de outros órgãos. Segundo a Federal Aviation Administration (FAA), qualquer redução nas funções mentais durante o voo pode acarretar e/ou contribuir para erros fatais.

Inúmeros são os fatores que influenciam para uma condição mais susceptível de hipóxia. Entre os principais, aqueles que mais se destacam são: a altitude absoluta de voo, o tempo de duração da exposição, a baixa pressão atmosférica, a razão de subida/descida da aeronave, a temperatura ambiente e corporal, e fatores individuais como o consumo de álcool, tabagismo, drogas, condicionamento físico, fadiga e aspectos emocionais. (GUIMARÃES, 2003). Sendo assim, com uma combinação desses fatores, ao elevar-se na atmosfera, temos o surgimento de diferentes aspectos que interferem na condição do corpo humano e do seu metabolismo, um deles é a hipóxia. Conforme estudo aprofundado percebemos a existência de quatro tipos de hipóxia. Elas classificam-se de acordo com as suas diferentes causas. Temos a hipóxia hipóxica; a hipóxia anêmica; a hipóxia estagnante; e, por fim, a hipóxia histotóxica (DEHART, 1996).

A hipóxia de altitude, também referida como a hipóxia hipóxica, é o tipo mais comum na fisiologia aeronáutica, sendo o resultado da insuficiência de oxigênio disponível ao corpo. Então, toda vez que existir uma diminuição na concentração do oxigênio do ar inspirado ou da diminuição da pressão parcial de oxigênio, esse tipo de hipóxia estará propício de acontecer. No que diz respeito ao transporte aeromédico, as suas causas podem ser interligadas à exposição a ambientes hipobáricos, a doenças que interferem diretamente nas vias respiratórias e nos pulmões (doenças como a pneumonia ou os enfisemas pulmonares), e à respiração de uma mistura de gases com baixa pressão parcial de oxigênio. (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

Em contrapartida, a hipóxia anêmica diferencia-se da hipóxia de altitude porque a entrada de oxigênio para o organismo ocorre de forma normal, sem nenhuma interferência. O problema neste caso é resultado da baixa concentração de hemoglobina, uma vez que esta é

responsável por transportar o oxigênio em direção aos tecidos e às demais células do corpo. (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

Em relação à anemia, conforme Zago, Falcão e Pasquini (2012),

Anemia é um termo que se aplica, ao mesmo tempo, a uma síndrome clínica e a um quadro laboratorial caracterizado por diminuição do hematócrito, da concentração de hemoglobina no sangue, ou da concentração de hemácias por unidade de volume. Em indivíduos normais, os níveis de hemoglobina variam com a fase do desenvolvimento individual, a estimulação hormonal, a tensão de oxigênio no ambiente, a idade e o sexo. Considera-se portador de anemia o indivíduo cuja concentração de hemoglobina é inferior a: 13 g/dL no homem adulto; 12 g/dL na mulher adulta; 11 g/dL na mulher grávida; 11 g/dL em crianças entre seis meses e seis anos de idade; 12 g/dL em crianças entre seis e 14 anos de idade. Esses valores aplicam-se para o nível do mar, alterando-se significativamente em grandes altitudes, mas não sofrem variações com a raça, a região geográfica ou a idade avançada. Em particular, não ocorrem níveis de hemoglobina “fisiologicamente” mais baixos em idosos. (ZAGO; FALCÃO; PASQUINI, 2012, 59).

Já a hipóxia estagnante, conhecida ainda como hipóxia isquêmica, é caracterizada pela obstrução do fluxo sanguíneo em direção aos órgãos e tecidos. Por exemplo, durante o voo, tal estado pode ocorrer quando com excessivas acelerações da gravidade (força G positiva) ou também em baixas temperaturas, resultando em uma redução do aporte sanguíneo para as extremidades do corpo. No tocante às doenças cardiovasculares, podemos citar a insuficiência cardíaca congestiva, que decorre do retardo na chegada de oxigênio às células em virtude da diminuição da velocidade do fluxo sanguíneo. (DAVIS; JOHNSON; STEPANEK; FOGARTY, 2008).

Por fim, a hipóxia histotóxica é resultante da inabilidade das células teciduais em utilizar o oxigênio transportado pelas hemácias. A presença de toxinas nas células, sejam elas cianetos, monóxido de carbono ou sejam bebidas alcoólicas em excesso, por exemplo, reduzem a capacidade de oxirredução celular. Isto é, a combinação da hemoglobina com o oxigênio é afetada. (DAVIS; JOHNSON; STEPANEK; FOGARTY, 2008).

### **2.2.2 Disbarismo**

Baseando-se na Lei de Henry e na Lei de Boyle-Mariotte, temos um outro aspecto referente à altitude, o disbarismo. Sua relação é diretamente proporcional às alterações que ocorrem na pressão atmosférica, ou seja, com o aumento ou com a diminuição da altitude e conseqüentemente da pressão, esse fenômeno atua de maneira a não permitir que o ser

humano consiga se adaptar com segurança. Como alguns efeitos resultantes do disbarismo nas mencionadas condições temos a aerodilatação e a doença da descompressão. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016).

No caso da aerodilatação, tem-se a expansão gasosa que vem a ocorrer na parte interna das cavidades corporais como consequência da queda da pressão barométrica durante a ascensão da aeronave na atmosfera terrestre. Como alguns exemplos desse fenômeno, podemos ressaltar a aerotite média (orelha média), a aerossinusite (seios paranasais), a aerodontalgia (dentes), a aerogastria (estômago) e, por fim, a aerocolia (intestino grosso). (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

Em contrapartida, a doença da descompressão, o aeroembolismo, refere-se à formação de bolhas gasosas nos tecidos devido à exposição a ambientes hipobáricos. Nestes casos, a Lei de Henry ressalta o conceito de que “a quantidade de um gás em solução varia diretamente com a pressão parcial deste gás sobre a solução”. Desta maneira, quando um determinado indivíduo se desloca de um ambiente de alta pressão para um outro ambiente de baixa pressão, todos os gases que se encontram dissolvidos na sua corrente sanguínea podem dar origem a bolhas, o que resultará na obstrução de importantes vasos sanguíneos e, assim, levando ao aparecimento de sintomas que vão desde dores em articulações e simples cansaço até mesmo o comprometimento do sistema nervoso central, respiratório e cardiovascular. (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

### **2.2.3 Hipotermia**

Na grande maioria das cabines das aeronaves utilizadas para transporte, tanto de passageiros quanto para remoções aeromédicas, principalmente nesta última, a manutenção da temperatura durante o voo é de extrema importância. Segundo a regra do gradiente térmico da troposfera, a razão de diminuição da temperatura atmosférica é de 2°C para cada 2.000 pés de altitude ascendidos, sendo assim, nos voos realizados em níveis de cruzeiro elevados, é necessário um cuidadoso controle do sistema pneumático da aeronave para manter a temperatura interna dentro dos limites pré-estabelecidos. (DEHART, 1996).

Logo, a hipotermia deve sempre ser levada em conta durante uma remoção aeromédica, pois em casos de perda do controle da temperatura durante uma operação, ela pode vir a ocorrer. Trata-se da exposição associada ao frio, ou seja, a uma diminuição da temperatura corporal. Em casos mais específicos de uma exposição ao frio prolongada, o

organismo responderá por meio da contração dos vasos sanguíneos (tremores), com o objetivo de deslocar o fluxo de sangue para os órgãos vitais, como o coração e o cérebro. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016).

Com isso, ela dependerá do tempo de exposição, bem como da umidade do ar e da presença ou não de vento no ambiente, os sintomas da hipotermia podem variar desde uma forma suave até complicações muito mais severas como a perda de reflexos, alterações do nível de consciência, coma e até a morte. (RUSSOMANO; CASTRO, 2012).

Neste capítulo, pôde-se perceber alguns comportamentos da atmosfera terrestre e os principais efeitos que suas características podem originar nos indivíduos a bordo. Quanto maior for a altitude de exposição, maiores serão as transformações no organismo. Torna-se notável também que as condições enfrentadas pelos pacientes, passageiros e tripulantes são adversas e bastante diferente das encontradas na superfície da Terra.



### 3 ASPECTOS DO AMBIENTE

O ambiente de trabalho que engloba o transporte aéreo de pacientes tem sido objeto de estudo ao longo das últimas décadas. Isso se dá pela razão da necessidade de levar em conta a fisiologia humana na altitude em conjunto com as pequenas variáveis impostas quando em voo. Desta maneira, este capítulo busca salientar e abordar as seguintes questões: a pressurização da aeronave; o espaço interno do equipamento utilizado (em foco neste caso a ergonomia); as vibrações existentes; os efeitos da altitude no equipamento médico utilizado; a alimentação dos profissionais e os protocolos estabelecidos e que devem ser seguidos para garantir um bom nível de segurança operacional. (REIS; VASCONCELOS, SAIKI, GENTIL 2000).

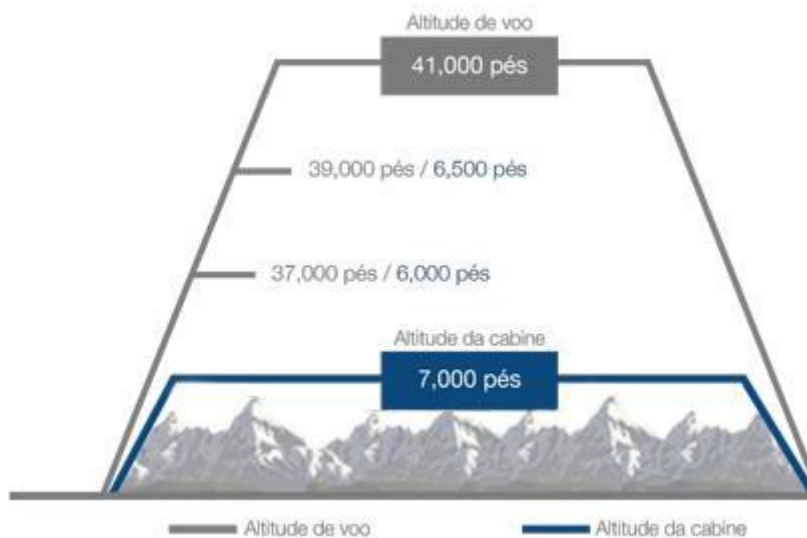
#### 3.1 PRESSURIZAÇÃO

A fim de manter uma determinada pressão constante no interior das aeronaves, é utilizado o método de pressurização da cabine, fazendo com que seja estabelecida uma atmosfera artificial, chamada tecnicamente de altitude de cabine. Através de ar comprimido dentro da aeronave, é criada uma pressão parcial de oxigênio, que se compara à da vida na superfície terrestre, tornando possível que os voos sejam realizados em grandes altitudes resultando em um menor tempo de viagem, menor consumo de combustível e em uma viagem mais agradável para os ocupantes. (REIS; VASCONCELOS; SAIKI, GENTIL, 2000).

O processo de pressurização é relativamente simples. Uma pequena parcela do ar, capturada pelas turbinas, é, depois de comprimida, injetada para o interior da aeronave, após processo de resfriamento, nos chamados *packs* de ar condicionado. Esse processo determina uma pressão atmosférica no interior da cabine superior ao meio externo, criando um diferencial de pressão através da fuselagem do avião. (GUIMARÃES, 2003).

Para melhor entendimento, a imagem a seguir expõe o comportamento da altitude de cabine com relação as variações de altitude ao longo do voo:

**Figura 1 - Comportamento da altitude da cabine em voo**



Fonte: EMBRAER Executive Jets, 2016.

Através desta figura podemos notar a atuação da pressurização em um voo. Instantes após a decolagem, o sistema já começa a pressurizar a cabine. À medida que a aeronave sobe na atmosfera, a altitude de cabine também sobe, até alcançar um determinado limite que comumente fica na faixa entre sete mil e oito mil pés durante a fase de cruzeiro do voo. Já durante o procedimento de descida, o procedimento é o inverso. Ao longo da descida, o sistema pneumático da aeronave despressuriza a cabine gradativamente até atingir a pressão presente na localidade do pouso. Além disso, segundo RADJL (2011), a altitude de cabine nunca alcança o nível do mar quando em voo. Isso deve-se ao fato de que desenvolver aviões capazes de manter a pressão “normal” durante o voo em cruzeiro faria destes pouco eficientes, em vista do aumento do peso que seria necessário para garantir a pressurização e, consequentemente, o maior consumo de combustível.

### 3.2 VIBRAÇÕES

As cabines e seus interiores sempre representam um grande desafio para os profissionais que lá trabalham devido à restrição de espaço físico. Em determinados casos, a movimentação ao longo da cabine torna-se impossível. Não obstante, em determinadas aeronaves a serem utilizadas no transporte de enfermos, os acessos que dão entrada são muito estreitos, o que dificulta ainda mais o ingresso do paciente ao interior da aeronave. (RADJL, 2011).

Quanto às vibrações, estas apresentam-se permanentes desde o acionamento do(s) motor(es) até o seu corte, principalmente em aeronaves turboélices ou em ainda em helicópteros. Elas são responsáveis por gerar desconforto aos ocupantes e as ondas criadas podem interferir diretamente no sinal dos equipamentos eletroeletrônicos médicos, como monitores, por exemplo. (RADJL, 2011).

### 3.3 ALTITUDE E SEUS EFEITOS NOS EQUIPAMENTOS MÉDICOS EMBARCADOS

Durante o voo, equipamentos estão sujeitos a alterações em virtude da mudança na pressão atmosférica, mesmo em aeronaves pressurizadas.

Com o aumento da altitude, o ar contido dentro do frasco de soro se expande, acelerando o fluxo intravenoso. Agora quando se voa em altitudes menores, ocorre o oposto, o que torna o fluxo mais lento devido à redução no volume de ar. Para que essa característica natural não afete a segurança do paciente, usa-se bombas de infusão, evitando assim alterações no gotejamento do soro. (REIS; VASCONCELOS; SAIKI; GENTIL, 2000).

Quando o uso do respirador se faz necessário, como por exemplo em pacientes entubados, é recomendado a utilização de respiradores controlados eletronicamente. Eles se apresentam mais eficientes para estas condições se comparados aos pneumáticos, isso deve-se a uma gama menor de efeitos resultantes provocados pela altitude e pelas alterações pressóricas. (REIS; VASCONCELOS; SAIKI; GENTIL, 2000).

### 3.4 ALIMENTAÇÃO DOS PROFISSIONAIS

Mesmo aparentemente esta questão não ter relação qualquer com o tema, a alimentação dos profissionais envolvidos com este tipo de transporte deve ser observada com importância nas horas que precedem o voo. Uma tripulação aeromédica durante a remoção deve atentar-se a sua dieta, buscando com que ela seja mais rica em carboidratos – que propiciam energia mental – do que em proteínas – que requerem mais  $O_2$  –, bem como pobre em lipídios – que são de difícil digestão. Também deve-se evitar bebidas gaseificadas devido à dilatação dos gases, além daquelas que possuem álcool em sua fórmula, as quais são capazes de potencializar de 2 a 3 vezes o efeito deste quando em altitude. (REIS; VASCONCELOS; SAIKI; GENTIL, 2000).

### 3.5 SEGURANÇA E SEUS PROTOCOLOS

Tendo por objetivo assegurar a segurança operacional em todo o processo que envolve a realização de um transporte aéreo de pacientes, protocolos de segurança foram estabelecidos.

SCHWEITZER (2011) relata a importância deste material já que ele engloba as principais orientações a respeito da segurança de voo e ainda garante, por meio da avaliação da cena, um ambiente mais seguro, tanto para a equipe envolvida quanto para os pacientes durante o atendimento.

Com relação à execução de um transporte aeromédico, o quadro a seguir apresenta importantes cuidados a serem tomados para que a operação ocorra com segurança. O quadro utiliza um helicóptero como exemplo:

Quadro 3 - Orientações de segurança para o voo de helicóptero (embarque e desembarque).

<b>CUIDADOS</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>
Não passe por baixo do corpo, da parte traseira ou da cauda do helicóptero.	O helicóptero possui um rotor de cauda cujas pás giram em um plano vertical em alta rotação. Esse procedimento evitará que as pás do rotor de cauda ou do rotor principal possam atingi-lo.
Sempre que você se aproximar ou se afastar de um helicóptero, faça-o com o corpo ligeiramente inclinado para a frente.	Rajadas de vento podem, inesperadamente, mudar a altura das pás e atingi-lo.
Ao embarcar no helicóptero ou ao desembarcar dele, sempre o faça pela frente da aeronave, de modo que o piloto possa vê-lo.	O piloto pode, acidentalmente, acionar a aeronave enquanto você estiver passando.
Quando se aproximar do helicóptero portando algum objeto (chapéu, capacete, bolsas, papéis, maletas, sacolas, pastas, maca, soro, etc.), segure-o na altura da cintura, jamais na vertical ou sobre os ombros. Não tente apanhar qualquer objeto deslocado pela ação do vento dos rotores.	Dessa forma você evita que qualquer objeto possa “voar” em direção aos rotores, prejudicando o funcionamento do helicóptero. Ao tentar apanhar o objeto, você pode encostar-se ao rotor, ocasionando um grave acidente.
Desembarque somente com a solicitação e respectiva autorização do piloto. Depois de autorizado para o desembarque, informar: “livrando fonia”. Em caso de operação com os rotores acionados, deve-se aguardar autorização para sair e se aproximar da aeronave.	

Fonte: Schweitzer et al. (2011).

Todavia, cada atendimento é tratado de uma forma particular. Para fazer um bom atendimento, o socorrista, além de necessitar de segurança pessoal, precisa respeitar deveres e

responsabilidades específicas frente à cena. (NAZÁRIO, 2011). Desse modo, toda e qualquer ocorrência requer um planejamento e avaliação da cena, só assim é possível realizar o atendimento da forma mais eficiente possível, conforme demonstra o quadro a seguir:

Quadro 4 - Avaliação da cena para o transporte aeromédico.

<b>CUIDADOS</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>
Conversar com o piloto sobre manter ou não os rotores acionados durante o atendimento à vítima. Se o médico ou o enfermeiro perceberem que o atendimento será demorado, comunicar ao piloto ou operador, pois pode ser necessário o corte do motor ou a saída da aeronave do local.	Algumas aeronaves, após o corte do motor, demoram um tempo para poderem ser acionadas novamente. A operação com os rotores acionados acontece geralmente em atendimentos rápidos ou quando o local do acidente oferece riscos para a equipe.
Verificar se o ambiente está seguro para o atendimento da equipe. Perguntar: o helicóptero está em um local que não oferece riscos de acidentes?	Os riscos para a segurança dos pacientes ou da equipe de saúde incluem fogo, fios elétricos, explosivos, materiais perigosos, tráfego de veículos, inundações, armas e condições climáticas/iluminação. Quanto aos riscos de acidentes com a aeronave, a aproximação de pessoas e animais deve ser evitada.
O que aconteceu? Por que foi solicitado ajuda?	Um histórico completo e preciso do evento bem como uma interpretação adequada dessas informações podem fazer com que a equipe médica suspeite das prováveis lesões antes de examinar a vítima e indique ou contraindique o uso da aeronave no transporte.
Quantas são as pessoas envolvidas? São necessárias mais unidades para o apoio e para o transporte?	Se a cena envolver mais de um paciente, a situação é classificada como acidente com múltiplas vítimas (desastres). Nessas situações, a prioridade muda: em vez de se dirigir todos os recursos para o paciente mais grave, deve-se atentar para o salvamento do maior número de vítimas, isto é, fazer o melhor pelo maior número possível (sistema de triagem).

Fonte: Schweitzer et al. (2011).

Essa metodologia proporciona aos profissionais a oportunidade de realizarem o atendimento da forma mais eficiente e principalmente mais segura possível, aplicando a prática do cuidado. Da mesma forma, os protocolos apresentados possibilitam sistematizar a assistência médica, orientando as ações necessárias para o mais adequado procedimento.

Podemos concluir que a observância dos protocolos e procedimentos de segurança é de suma importância para que o atendimento ao enfermo transportado seja realizado com segurança do paciente, dos socorristas e demais componentes da equipe envolvida na operação.

Igualmente relevante para uma operação segura é entender e atenuar os aspectos do ambiente durante o transporte aeromédico em aeronaves, uma vez que tais aspectos interferem desde o metabolismo do corpo humano até nos equipamentos médicos utilizados a bordo.

## **4 TRANSPORTE AÉREO DE PACIENTES E SUA REGULAMENTAÇÃO**

Como o transporte aeromédico de pacientes é uma atividade aérea específica, é necessário que as organizações exploradoras desse serviço sigam compulsoriamente sua regulamentação própria. Tem-se por objetivo neste capítulo apresentar os requisitos necessários para que uma empresa esteja capacitada à execução do serviço e inteirar o leitor com a seção 4.1 no que diz respeito aos modelos de aeronaves utilizadas neste serviço aéreo especializado, apresentando os equipamentos mais comuns em operação no Brasil e salientando as suas características individuais.

### **4.1 REGULAMENTAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO DE PACIENTES**

As atividades aéreas civis bem como a infraestrutura aeronáutica brasileira são reguladas e fiscalizadas pela Agência Nacional de Aviação Civil. (ANAC). Este órgão, tendo por finalidade estabelecer uma base jurídica sólida, criou os Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBACs), os quais norteiam a aviação civil brasileira em sua totalidade bem como os direitos e deveres dos operadores. Quanto ao transporte aéreo de pacientes, tem-se como envoltivos o RBAC 91 (BRASIL, 2015) – Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis –, o RBAC 119 (BRASIL, 2018) – Certificação: Operadores Regulares e Não-Regulares –, e o RBAC 135 – Requisitos Operacionais: Operações Complementares e Por Demanda. (BRASIL, 2014).

De acordo com as regras estabelecidas, a Agência Nacional de Aviação Civil, dentro dos seus princípios de fiscalização e regulamentação, periodicamente realiza inspeções em empresas que realizam o transporte aéreo de pacientes, em vista de sua alta complexidade e periculosidade. Segundo a ANAC (2011), diversos itens devem ser periodicamente checados durante as suas inspeções, sejam elas na base da empresa ou a distância.

O quadro 5 mostra requisitos mínimos necessários para uma empresa estar apta a realizar transporte aeromédico:

Quadro 5 - Itens a serem inspecionados a distância.

ITEM	FUNDAMENTO	TÓPICOS A OBSERVAR
1	RBAC 135.63 (a)	A empresa possui o Certificado de Empresa de Transporte Aéreo?
2	RBAC 119.7	O manual está de acordo com o quadro de pessoal administrativo requerido nas Especificações Operativas (EO)?
3	RBAC 135.23 (a) (3)	Estão listadas nas Especificações Operativas (EO) as aeronaves autorizadas a realizar operações médicas?
4	RBAC 119.43	A empresa possui um Manual Geral de Operações?
5	RBHA 43.3 (d)	A manutenção/montagem do kit aeromédico é feita por pessoal de manutenção aeronáutica?
6	IAC 3134 2.5	A empresa possui cópia de contrato de trabalho entre o operador aéreo e o chefe médico ou equipe médica terceirizada?
7	IAC 3134 2.5	A empresa possui registro de pessoa jurídica no Conselho Federal de Medicina?
8	IAC 3134 2.5	A empresa possui certificado de autorização de funcionamento, atualizado emitido por autoridade sanitária federal, estadual ou municipal?
9	IAC 3134 4.3.1	O diretor médico possui inscrição válida no Conselho Regional de Medicina (CRM)?
10	IAC 3134 4.2	A empresa possui instruções específicas para o transporte de enfermos aprovadas pela ANAC em seu manual?
11	IAC 3134 3.3	A empresa apresentou o Certificado Suplementar do Tipo (CST) para modificações e kits aeromédicos, bem como o respectivo SEG 001 para a aeronave específica?
12	IAC 3134 3.16	A empresa possui comprovação de treinamento da pessoa que faz o reabastecimento de oxigênio ou, se houver a necessidade de o cilindro de oxigênio ser removido para ser reabastecido, há um mecânico habilitado disponível para realizar a operação?
13	IAC 3134 4.3.7.2	O manual prevê procedimentos de emergência em voo e de evacuação de emergência quando conduzindo pacientes?
14	IAC 3134 4.7.3.3	O manual prevê procedimentos especiais em solo (embarque, rolagem, carga, descarga, etc.)?

Fonte: Agência Nacional de Aviação Civil (BRASIL, 2011).

Já quanto à área médica, é necessário que o serviço de transporte aeromédico esteja subordinado à autoridade técnica de um diretor médico com habilitação e capacitação em emergência pré-hospitalar, com noções básicas de fisiologia humana em altitude. É recomendável também que ele seja habilitado em Medicina Aeroespacial. Adicionalmente,



segundo o Conselho Federal de Medicina em sua Resolução nº 1.596/2000, toda instituição ou organização que realiza o transporte aeromédico deve obrigatoriamente estar devidamente registrada no Conselho Regional de Medicina relativo à sua sede. Outras resoluções competentes à área são a de nº 1.671/2003 e a de nº 1.672/2003. (GOMES et al., 2011).

Já em relação aos membros que fazem parte da tripulação de voo, seu serviço é regulamentado sob a Lei do Aeronauta nº 13.475/17, na qual são considerados aeronautas o piloto ou comandante, o copiloto, o mecânico de voo, o navegador, o rádio-operador de voo, o comissário e os operadores de equipamentos especiais instalados nas aeronaves – mesmo que muitas dessas profissões hoje já sejam obsoletas. É de suma importância o conhecimento pleno dessa legislação pelos profissionais que atuam no transporte aeromédico, em vista do número de limitações impostas à tripulação, sobretudo quanto à jornada de trabalho, podendo esta interferir diretamente na realização ou não do voo. (BRASIL, 2017).

Assim, ainda que o trabalho seja realizado em conjunto, cada um dos setores envolvidos em uma empresa de transporte aéreo de pacientes possui sua própria regulamentação homologada e vigente. Por esse motivo é que em alguns casos, durante as inspeções realizadas pelos órgãos competentes, sejam elas periódicas ou não, diversos itens podem ser apontados com inconformidades, podendo esses em casos mais sérios levar até à paralisação das operações da empresa.

## 4.2 AERONAVES

Devido à escassez de diferentes tipos de equipamentos e mecanismos, o transporte aeromédico apresentava dificuldades para ser realizado. Com o passar do tempo as aeronaves foram sendo aprimoradas e com o surgimento de novas tecnologias e modernas aeronaves e helicópteros fizeram com que os empecilhos fossem reduzidos, refletindo assim em um novo contexto atual. As atuais “ambulâncias aéreas” trouxeram consigo uma gama maior de possibilidades de operação em que o transporte aeromédico pode atingir áreas de difícil acesso que antes eram inacessíveis pelo ar. (GUIMARÃES, 2003).

Segundo Guimarães (2003), o transporte aeromédico atual pode utilizar diferentes tipos de aeronaves, como, por exemplo, a asa fixa (avião) movido a pistão, turbo propulsão ou jato, ou, ainda, aeronaves de asa rotativa (helicóptero). Para locais restritos ou onde não exista infraestrutura aeroportuária, recomenda-se o uso de helicópteros. Por outro lado, em operações que envolvam uma distância superior a 400 km, o uso de aviões é mais indicado,

visto a sua maior eficiência de se voar em um espaço maior e pressurizado, propiciando maior conforto ao paciente e à equipe de atendimento. O menor número de escalas para chegar ao destino final torna o transporte menos oneroso e mais rápido.

No quadro abaixo são apresentadas algumas aeronaves que dispõem dos requisitos mínimos para a operação aeromédica no Brasil bem como suas características:

Quadro 6 - Aeronaves utilizadas no transporte aeromédico

<b>MODELO</b>	<b>VELOCIDADE (KM/H)</b>	<b>CABINE PRESSURIZADA</b>	<b>CAPACIDADE</b>
BEECHCRAFT KING AIR C90 SE	400	SIM	2 pilotos, 1 médico, 1 enfermeiro, 1 paciente e 1 acompanhante.
BEECHCRAFT KING AIR B200 GT	570	SIM	2 pilotos, 1 médico, 1 enfermeiro, 2 pacientes e 2 acompanhantes.
LEARJET 45	800	SIM	2 pilotos, 1 médico, 1 enfermeiro, 2 pacientes e 2 acompanhantes.
PILATUS PC12	480	SIM	2 pilotos, 1 médico, 1 enfermeiro, 1 paciente e 1 acompanhante.
EMB 810D	300	NÃO	2 pilotos, 1 médico, 1 enfermeiro e 1 paciente.
ESQUILO AS-350-B2	220	NÃO	1 piloto, 1 médico, 1 enfermeiro e 1 paciente.

Fonte: UNIAIR (2016); Helisul (2016); Global (2016).

As aeronaves aqui mencionadas dispõem em suas configurações, itens mínimos exigidos pelo órgão regulador para a sua operação. Itens esses como uma maca autônoma e leito móvel de suporte de vida avançado sendo ela adaptável a qualquer tipo de modal de transporte, possibilitando assim o acompanhamento do paciente desde a sua origem até o seu destino final, deixando assim a remoção livre de desconexões desnecessárias. (GUIMARÃES, 2003).

Cumprido destacar que sempre precedendo qualquer voo, é de grande relevância e empírica necessidade a realização de um bom planejamento do voo, não somente do paciente

e de suas particularidades, mas também da operação como um todo. Devem ser levadas em conta no planejamento que precede o voo variáveis como: infraestrutura dos aeroportos envolvidos na rota, condições meteorológicas, performance e alcance da aeronave, os custos da operação e o combustível necessário para a realização do voo.

Sendo assim, tendo em vista todas as particularidades elencadas neste capítulo, é notório que a escolha do equipamento (aeronave) a ser utilizada não engloba unicamente um processo exclusivo, mas sim depende de um conjunto de procedimentos que devem ser seguidos e que visam, além da segurança do voo, o bem-estar do paciente. Também, com o posto aqui passa-se a entender melhor as normas que regem o transporte aeromédico de pacientes no Brasil.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo compreender os principais aspectos da fisiologia do corpo humano e dos equipamentos médicos embarcados durante o transporte aeromédico e também identificar as regulamentações que regem esta atividade aérea em específico. A fim de chegar ao objetivo proposto, foi utilizada uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. O procedimento adotado para a coleta de dados seguiu a orientação da pesquisa bibliográfica e documental. Buscou-se, desta forma, o embasamento teórico em diversos autores dentre eles Douglas Ferrari (2005), Marco Antônio Gomes (2011), Jorge Ilha Guimarães (2013), André Ricardo Moreira (2012), João de Carvalho Castros (2012), Thais Russomano (2012), Gabriela Schweitzer (2011), Marco Antônio Zago (2012), Roy Dehart (1996), Jeffrey R. Davis (2008) e órgãos como a ANAC.

Em um primeiro momento, foram apresentados os aspectos comuns da fisiologia do corpo humano durante um voo de transporte aéreo de paciente e, para melhor compreender esses aspectos, também tratou-se das características da atmosfera terrestre. Dentre os aspectos da fisiologia humana, tratou-se da hipóxia, do disbarismo e da hipotermia que se manifestam no corpo humano durante o voo de transporte aeromédico de paciente. Posteriormente, esta pesquisa analisou os aspectos do ambiente ao qual os pacientes e demais ocupantes das aeronaves estão expostos durante o voo, tais como a pressurização de voo e seus efeitos, vibrações, os efeitos da altitude nos equipamentos médicos a bordo bem como cuidados com a alimentação e com a segurança e seus protocolos.

Por fim, apresentou-se uma síntese dos regulamentos e Leis que são exigidos pelos órgãos responsáveis e pelo setor da aviação civil brasileira para que este tipo de transporte aéreo especializado possa ser homologado e desempenhado com segurança, bem como os modelos mais comuns de aeronaves utilizadas para o transporte e suas características específicas.

Isso posto, retoma-se o problema desta pesquisa:

Quais os principais aspectos da fisiologia do corpo humano e dos equipamentos médicos embarcados no transporte aeromédico de pacientes e pessoas a bordo de aeronaves e quais regulamentações que regem esta atividade aérea em específico?

A partir da análise dos dados, verificou-se que o corpo humano sofre interferências relacionadas à altitude, dentre elas, destacam-se os principais aspectos: a hipóxia, o disbarismo e a hipotermia. Também foi possível verificar que os equipamentos médicos embarcados sofrem influências decorrentes da altitude, mesmo em aeronaves pressurizadas.

Em relação às regulamentações, nota-se que para este tipo de atividade possa ser realizada, o operador deve compulsoriamente seguir as RBAC's (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) estabelecidas pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) que são elas: RBAC 91, RBAC 119, RBAC 135 além da Lei nº 13.475.

Portanto, almeja-se que este estudo sirva como um guia norteador para o leitor que busca compreender melhor as variáveis existentes ao se voar em altitude e em uma operação específica, bem como inteirar-se dos requisitos obrigatórios para a operação aeromédica.

Percebe-se que o campo da aviação apresenta peculiaridades em diferentes ramificações, por cada uma delas apresentar uma gama de aspectos e fatores contribuintes específicos esta pesquisa acaba por limitar-se em esboçar apenas uma parcela das particularidades do transporte aeromédico.

Espera-se que este conteúdo seja levado como estímulo para o surgimento de novas pesquisas, que busquem desenvolver os conhecimentos já existentes sobre o tema e a produção de novos materiais, como por exemplo a realização de um estudo mais aprofundado focado em aspectos menos comuns, porém não menos importantes, relacionados ao transporte aeromédico. Sugere-se também, pesquisa de como o CRM (Crew Resource Management) pode ser uma ferramenta ainda mais eficaz em toda a logística do transporte aeromédico de pacientes.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, S. A. Transporte Aeromédico. In: SOUSA, R. M. C. et al. **Atuação no trauma: uma abordagem para a enfermagem**. São Paulo: Atheneu, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Conselho Federal de Medicina. Resolução nº 1.596/2000. Disponível em: <[https://sistemas.cfm.org.br/normas/arquivos/resolucoes/BR/2000/1596\\_2000.pdf](https://sistemas.cfm.org.br/normas/arquivos/resolucoes/BR/2000/1596_2000.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. **Manual de Procedimentos – MPR-135-001/SSO**. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2011/20s2/anexo-ii-2013-mpr-135-001>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil. RBAC nº 135 EMENDA nº 03. 21 fev. 2014. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-135-emd-03/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC135EMD03.pdf](http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-135-emd-03/@@display-file/arquivo_norma/RBAC135EMD03.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil. RBAC nº 91 EMENDA nº 00. 22 out. 2015. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultas-publicas/audiencias/2015/aud17/anexorbac91.pdf>>. Acesso em 20 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Lei 13.475 de 28/08/2017. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/leis/lei-no-13-475-de-28-08-2017>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil. RBAC nº 119 EMENDA nº 04. 14 fev. 2018. Disponível em: <[http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-119-emd-04/@@display-file/arquivo\\_norma/Anexo%20II%20-%20RBAC119EMD04.pdf](http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-119-emd-04/@@display-file/arquivo_norma/Anexo%20II%20-%20RBAC119EMD04.pdf)>. Acesso em 20 mar. 2018.

DAVIS, Jeffrey R.; JOHNSON, Robert; STEPANEK, Jan; FOGARTY, Jennifer A. **Fundamentals of Aerospace Medicine**. Fourth Edition. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

DEHART, Roy L. **Fundamentals of Aerospace Medicine. Second Edition**. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 1996.

EMBRAER. **EMBRAR Executive Jets**. Disponível em: <<http://pt.embraerexecutivejets.com/en-us/jets/lineage-1000e/pages/technology.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge**. Oklahoma City: United States Department of Transportation, 2016.

FERRARI, D. **Transporte aeromédico: evolução e história**. Revista Intensiva, v. 3, 2005. Disponível em: <<http://www.medicinaintensiva.com.br/transporteaeromedico.htm>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

GLOBAL AVIATION. **Pilatus PC12**. Disponível em: <<http://www.voeglobal.com.br/aeronaves/avioes/pilatus-pc-12>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GOMES, Marco Antonio Viana, et al. Aspectos históricos do transporte aeromédico e da medicina aeroespacial – revisão. **Revista Médica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, n. 23, p. 116-123, dez. 2011. Disponível em: <<http://rmmg.org/artigo/detalhes/20>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

GUIMARÃES, Jorge Ilha. (Coord.). **Diretriz de doença cardiovascular e viagem aérea: noções de transporte aeromédico**. [artigo na internet], dez. 2003. Disponível em: <<http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2003/site/049.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

MOREIRA, André Ricardo. **Avaliação da temperatura timpânica do paciente aerotransportado em helicóptero de suporte avançado de vida**. [Dissertação], 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103398/317259.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 abr. 2018.

NAZÁRIO, Nazaré Otilia. **Suporte básico da vida**. Livro didático. UnisulVirtual, Palhoça, 2011.

RADJL, Eduardo. Aerotransporte: aspectos básicos y clínicos. **Revista Médica Clínica Las Condes**, v. 22, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-aerotransporte-aspectos-basicos-clinicos-S0716864011704394>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

REIS M. C. F., VASCONCELLOS, D. R. L., SAIKI, J.; GENTIL, R. C. Os efeitos da fisiologia aérea na assistência de enfermagem ao paciente aerorremovido e na tripulação aeromédica. **Acta Paul Enferm**. São Paulo, v.13, n.2, 2000.

RUSSOMANO, T.: CASTRO, J. C. **Fisiologia Aeroespacial**, EdiPUCRS, 2012.

SCHWEITZER, Gabriela, et al. **Protocolo de cuidados de enfermagem no ambiente aeroespacial à pacientes traumatizados** – cuidados durante e após o voo. Texto & Contexto, Florianópolis, v. 20, n. 3, p. 478-485, jul./set. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v20n3/08.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018>.

UNIAIR. **Transporte Aeromédico – Aeronaves**. Disponível em: <[http://www.uniair.com.br/transporte\\_aeromedico/aeronaves](http://www.uniair.com.br/transporte_aeromedico/aeronaves)>. Acesso em: 21 fev. 2018.

ZAGO, Marco Antonio; FALCÃO, Roberto Passetto; PASQUINI, Ricardo. **Tratado de Hematologia**. São Paulo: Atheneu, 2012.