

POLÍCIA MILITAR DO DISTRITO FEDERAL  
QUARTEL DO COMANDO-GERAL  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA  
DIRETORIA DE APERFEIÇOAMENTO E EXTENSÃO

OPERAÇÕES AÉREAS ESPECIAIS:

MANOBRAS COM CARGA EXTERNA VIVA EM HELICÓPTERO A BAIXA ALTURA

TC QOPM MÁRCIO LUIZ RAMOS PEREIRA

TC QOPM JOSILEI ALBINO GONÇALVES DE FREITAS

Brasília DF

2011

OPERAÇÕES AÉREAS ESPECIAIS:

MANOBRAS COM CARGA EXTERNA VIVA EM HELICÓPTERO A BAIXA ALTURA

MÁRCIO LUIZ RAMOS PEREIRA

JOSILEI ALBINO GONÇALVES DE FREITAS

Trabalho Técnico-Científico/ Profissional  
apresentado como requisito de conclusão do Curso  
de Altos Estudos da Polícia Militar do Distrito  
Federal – ano 2011.

Orientador: TC QOPM Wanderley F. Nunes

Brasília DF

2011

## TERMO DE APROVAÇÃO

OPERAÇÕES AÉREAS ESPECIAIS: MANOBRAS COM CARGA EXTERNA VIVA EM  
HELICÓPTERO A BAIXA ALTURA

Data: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

Trabalho Técnico-Científico/ Profissional avaliado por:

\_\_\_\_\_  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Membro nato

\_\_\_\_\_  
Membro transitório

\_\_\_\_\_  
Orientador de conteúdo

Publicado no Boletim Interno nº \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

COORDENAÇÃO DE CURSO

---

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar ao Deus Altíssimo meu criador e de tudo à minha volta; minha devotada e amada esposa pelo apoio incondicional e compreensão pelos momentos de estudo, reflexão e ausência; aos meus filhos Mariana e Eduardo por serem fonte de minha inspiração, testemunhas silenciosas do meu esforço para honrar a confiança dos meus pais Mariano e Luiza. Meu sincero e especial agradecimento aos meus três mestres Doutores Donizeti de Andrade, Ronaldo Cruz e Márcio Cardoso Machado pelos ensinamentos dos valores da pesquisa acadêmica por profissionais e amadores da Aviação brasileira.

TC **Márcio** Luiz **Ramos** Pereira

Agradeço ao autor e consumidor de minha fé, Jesus Cristo meu Senhor, por ter permitido a realização deste trabalho monográfico, dando-me saúde e conhecimento para realizá-lo. À minha esposa, Cássia Helena por suportar muitas vezes minha ausência no seio familiar e aos meus filhos: Samuel, Sarah e Gabriel, onde mesmo com minha falta, sempre me apoiaram em minhas empreitadas, amo todos vocês. À minha amada corporação, PMDF, que me tornou o profissional que sou hoje, sempre me dando oportunidades ímpares para o meu desenvolvimento como pessoa e profissional de segurança pública. Dedico esta obra a todos àqueles que tombaram no exercício de suas funções a bordo de aeronaves de segurança pública, esperando que este trabalho possa honrá-los e impedir que acidentes ocorram no desenvolver de nossas atividades.

TC Josilei Albino **Gonçalves** de Freitas

## EPÍGRAFE

“Venham até a borda, ele disse.

Eles disseram: Nós temos medo.

Venham até a borda, ele insistiu.

Eles foram. Ele os empurrou... E eles voaram”.

(Guillaume Apollinaire)

## RESUMO

Este trabalho se propõe a analisar as condições operacionais em que se processam as operações aéreas a baixa altura com carga externa viva, especificamente Rappel e Mc Guire. Por intermédio de pesquisas pormenorizadas das condições de operações do BAvOp nas aludidas manobras pretende-se apresentar as possibilidades de mitigação dos riscos de acidente inerentes à atividade aeronáutica e o incremento qualitativo da segurança de voo. A máquina O HB 350/AS 50 Esquilo, equipamento de concepção francesa montado no Brasil e predominante no segmento da aviação de segurança pública, é a plataforma na qual se processa a atividade alvo da pesquisa e apresenta possibilidades de adaptação, revitalização e incorporação de recursos tecnológicos, que potencializam o emprego de helicópteros em missões policiais e de defesa social, não restrito aquele modelo, tais recursos são aplicáveis também as demais aeronaves. O ambiente em que se processa a atividade também é abordado e investigado com foco nas regras formais e informais que preparam e normatizam as manobras visando compreender o grau de percepção de segurança de voo que permeia o serviço aéreo da PMDF. Por fim o elemento humano é avaliado como conjunto em suas características fisiológicas, seu arcabouço de conhecimentos técnicos e necessidades. Destarte os pesquisadores buscaram de maneira circunspecta, abranger o trinômio da filosofia SIPAER de segurança de voo: o Meio- o Homem- a Máquina, na já arriscada atividade a policial com o incremento da operação aérea com carga externa viva a baixa altura; este tipo de operação já causou acidentes no Distrito Federal ceifando vidas de agentes de segurança pública especializados em atividades aéreas.

Palavras-chave: carga externa; Rappel; Mc Guire; aviação de segurança pública, SIPAER.

## *Abstract*

*This study proposes to analyze the operational conditions processing in which are processed the airborne law enforcement operation in low altitude with living external load, specifically Rappel e Mc Guire. It aims to present the possibilities to mitigate the risk of accidents inherent in aeronautical activity and enhance quality of air safety through a detailed research of the conditions of operations in these alluded maneuvers performed by BAvOp. The machine HB 50 350/AS Esquilo, equipment of French conception assembled in Brazil and the main helicopter of the airborne law enforcement segment, is the platform upon which process the activity target of this research and presents possibilities for adjustment, revitalization and incorporation of technological resources that increases the use of police helicopters in its missions, not one restricted to that model, such features are also applicable to other aircraft. The environment in which the activity takes place is also discussed and investigated with a focus on formal and informal rules that prepare and regulate the maneuvers in order to understand the degree of air safety awareness permeates that the PMDF air service. Finally, the human element is evaluated as a whole in their physiological characteristics, his technical background and needs. Thus the researchers sought in a circumspect way, to cover the triad of SIPAER philosophy of air safety: the Environment-Man-Machine, in a dangerous activity such as the police activity increased by the airborne law enforcement operation with the external load attached to ropes; type of operation that has already caused accidents in Distrito Federal that has taken out lives of law enforcement agents specialized in airborne operation.*

*Key-words: external load; Rappel; Mc Guire; airborne law enforcement; SIPAER.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- <i>Short line</i> . CH 53 Sea Stallion em <i>pick up</i> de um Lockheed S-3 Viking.	29
Figura 2- Helicóptero da PMERJ abatido por PAF criminoso.	36
Figura 3- Esquematização de fatores de efetividade em <i>survivability</i> .	37
Figura 4- Acidentes envolvendo aeronaves de segurança pública e defesa civil I.	40
Figura 5- Acidentes envolvendo aeronaves de segurança pública e defesa civil II.	41
Figura 6- Acidentes envolvendo aeronaves de segurança pública e defesa civil III.	42
Figura 7- Rappel em equipe no UH-60 Black Hawk.	44
Figura 8- Mc Guire em acidente da construção civil em Joinville – SC.	45
Figura 9- Gráfico curva da banheira adaptado de MOBLEY, 2002.	46
Figura 10- Diagrama Altura / Velocidade.	47
Figura 11- Esquema de um pêndulo simples.	50
Figura 12- Sistema Massa-Mola.	50
Figura 13- Qualificação de tripulantes por função a bordo.	54
Figura 14- Qualificação de tripulantes por tempo de atividade aérea.	55
Figura 15- Normatização das manobras.	56
Figura 16- Percepção da disponibilidade de EPIs no BAvOp.	57
Figura 17- RELPREVs confeccionados em 2011.	57
Figura 18- RELPREVs referentes a técnicas verticais.	58
Figura 19- a) Mosquetões de aço      b) Mosquetão/ permeio da Corda.	60
Figura 20- Ancoragem e ponto bomba no <i>cargo hoist</i> .	60
Figura 21- a) Cablagem fixada. b) cabos a bordo.	61
Figura 22- a) Carga presa. b) Mc Guire tensionado. c) Mc Guire real 2007.	61
Figura 23- Mc Guire com exfiltração pelo gancho.	62



## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

Quadro 1	Categorização metodológica da pesquisa	19
Quadro 2	Distribuição de aeronaves de asas rotativas no Distrito federal.	26
Quadro 3	Helicópteros policiais alvejados no mundo.	38
Tabela 1	Percepção da segurança de voo por segmento operacional.	58

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ACS - Aircraft Combat Survivability

ALEA - Airborne Law Enforcement Association

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

BAvOp - Batalhão de Aviação Operacional

CAOA- Coordenadoria Adjunta de Operações Aéreas

CBMDF - Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

CBMERJ- Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro

CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

CG - Centro de Gravidade

CSAR - Combat Search And Rescue

DETA DF- Divisão Especial de Transporte Aéreo do Distrito Federal

DETRAN DF - Departamento de Trânsito do Distrito Federal

DOU - Diário Oficial da União

DGAC - Diretor Geral de Aviação Civil

DPF - Departamento de Polícia Federal

DPRF- Departamento de Polícia Rodoviária Federal

EUA - Estados Unidos da América

FAA - Federal Aviation Administration

FAR - Federal Aviation Regulation

GDF - Governo do Distrito Federal

GGAP - Gerência Geral de Análise e Pesquisa da Agência Nacional de Aviação Civil

IAC - Instrução de Aviação Civil

ICA - Instrução do Comando da Aeronáutica

ICAO - International Civil Aviation Organization

IMA - Instrução do Ministério da Aeronáutica

MHS - Movimento Harmônico Simples

NSCA - Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica.

NYPD- New York Police Department

PAF- Projétil de Arma de Fogo

PCDF - Polícia Civil do Distrito Federal

PCERJ- Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro

PMC - Potência Máxima Contínua

PMD - Peso Máximo de Decolagem

PMDF - Polícia Militar do Distrito Federal

PMERJ- Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro

POP - Procedimento Operacional Padrão

PRF- Polícia Rodoviária Federal

RBAC - Regulamento Brasileiro de Aviação Civil.

RBHA- Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica

RELPREV- Relatório de Prevenção de segurança de voo

R200 - Regulamento das Polícias e Corpos de Bombeiros Militares

SAR - Search and Rescue

SECHEL - Seção de Helicópteros da Secretaria de Segurança Pública do Distrito Federal

SIPAER - Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

SOP - Standard Operational Procedure

US ARMY - Exército dos Estados Unidos

USCFC - United States Centennial of Flight Commission

USCG - United States Coast Guard

USMC - United States Marine Corps

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1. Problema de pesquisa	15
1.2. Relevância do estudo	15
1.3. Delimitação do trabalho	16
1.4. Objetivos	16
1.5. Metodologia	17
1.5.1. Classificação da pesquisa	17
1.5.2. Hipóteses ou Suposições	18
1.5.3. Coleta de dados	18
1.5.3.1. Caracterização da amostra	18
1.5.3.2. Material ou instrumentos utilizados	18
1.5.3.3. Procedimentos de coleta de dados	18
1.6 Estrutura do trabalho	21
<b>2. REVISÃO TEÓRICA</b>	<b>22</b>
2.1 Histórico da aviação	22
2.2 Legislação pertinente	26
2.3 Ambiente operacional	35
2.4 Dinâmica operacional	43
<b>3. PROCEDIMENTO DE PESQUISA</b>	<b>52</b>
3.1 Análise dos dados	53
3.2 Práticas bem sucedidas	59

<b>4. DIRETRIZES PARA MELHORIA DA SEGURANÇA DE VOO</b>	<b>63</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o recrudescimento da violência criminal e o aumento da necessidade de socorro e resgates, seja por desastres naturais ou provocados pelo homem, o cotidiano das grandes cidades brasileiras incorpora cada dia mais o emprego por parte do Estado de recursos aéreos.

Por suas características operacionais o helicóptero é notadamente o equipamento mais utilizado na busca por agilidade e capacidade de inserir-se e retirar-se com êxito de ambiente conflagrado nas situações anteriormente acima descritas. A facilidade em empregar o helicóptero, sem a interposição barreiras de proteção, termina por precipitar o incremento no risco operacional. Esse risco, principalmente, está presente quando se voa muito próximo do solo ou há a concorrência de outras ameaças próprias dos diversos ambientes.

Em todo território nacional organismos públicos operam helicópteros no exercício de suas atribuições legais, ora operando com órgão de segurança pública integrados como, por exemplo, no Ceará ou Mato Grosso, ora operados por corporações de modo individual como ocorre na PMMG e CBMMG, ou ainda órgãos estaduais integrados convivendo com órgãos de mesma natureza, mas operando individualmente como CAO A, CBMERJ, PCERJ e PMERJ no Estado do Rio de Janeiro, estes organismos têm esforços difusos e ainda superpostos por organismos federais como DPF, DPRF, IBAMA e Receita Federal.

No ano de 2009, em operação policial no Rio de Janeiro, um helicóptero com blindagem da PMERJ foi provavelmente alvejado e incendiou-se em voo, após pousar em emergência, o fogo consumiu a aeronave resultando em perda total, restou um saldo de três tripulantes mortos. Este evento, mais do que os outros acidentes ocorridos na aviação policial brasileira chamou atenção da opinião pública dos riscos que envolvem este tipo de atividade desenvolvida pelo Estado.

A gênese deste trabalho está assentada na necessidade da PMDF em identificar em que condições são realizadas manobras com carga externa viva na PMDF para verificar se há e em que grau a padronização dos procedimentos em tais operações e ainda se há conformidade com a regulamentação em vigor.

## **1.1 Problema de pesquisa**

Há no Brasil uma frota de mais de uma centena de helicópteros que atuam nas missões legais desempenhada por organizações de segurança pública e defesa social; as estatísticas da ANAC apontam um alto índice de participação deste segmento nos dados totais de acidentes.

Operações aéreas com tripulantes sendo conduzidos na parte externa das aeronaves são regulamentadas pelo arcabouço jurídico da aviação civil o que ocasiona uma lacuna posto que operações policiais, que são regulamentadas como aviação comercial.

No distrito Federal a PMDF, no ano de 1997, vivenciou a experiência de acidente em operação com carga externa viva com três óbitos em uma manobra de Mc Guire em um helicóptero do Departamento de Polícia Federal.

Dez anos depois da PMDF foi a vez do CBMDF, que em operação de carga externa, na remoção de um cadáver em área de difícil acesso experimentou um acidente com também três mortos.

Diante de uma atividade tão especializada sendo desenvolvida por um segmento com elevados índices de acidentes é necessário à corporação buscar na padronização de seus procedimentos um meio para garantir a segurança de voo às tripulações.

## **1.2 Relevância do estudo**

Em todo Brasil diversos organismos de segurança pública e defesa civil empregam helicópteros como vetor legal do Estado no cumprimento de suas missões; o fazem discricionariamente, portanto, segundo a Lei, e suas próprias conveniências, sujeitos a acidentes face o amplo espectro de tarefas desempenhadas.

É usual que a operação de aeronaves de segurança pública ocorra em ambiente hostil e condições extremas, inclusive conduzindo carga externa em descompasso com a normatização preconizada na RBAC 133, realizando pousos em terrenos não-preparados e submetendo a estresse psicológico as tripulações (ANAC, 2008).

Em um campo de atividade humana tão complexo e eivado de recursos tecnológicos como é a aviação os riscos e peculiaridades da operação desenvolvida pelas aeronaves



policiais, operando sob a égide da subparte “K” da RBHA 91 aparecem nos relatórios da autoridade civil brasileira com números relevantes.

O segmento de aviação de segurança pública tem em seu desfavor as estatísticas da ANAC e tem seus riscos traduzidos no número relativo de acidentes e grau de severidade resultante, que no período compreendido entre 1997 e 2008, resultou em vinte e um acidentes, dez fatais perfazendo vinte e quatro óbitos (ANAC, 2008).

A contribuição percentual destes helicópteros é em média de 10% do total de acidentes com aeronaves de asas rotativas, considerado alto pela autoridade reguladora da aviação civil brasileira (ANAC, 2008).

De tudo acima exposto decorre a necessidade de verificar a existência do suporte da padronização de operações aéreas especiais no BAvOp da PMDF como fator mantenedor da segurança de voo em níveis aceitáveis.

### **1.3 Delimitação do trabalho**

Busca-se nesta pesquisa restringir-se o escopo às operações de Rappel, Mc Guire. Com as informações obtidas pretende-se delimitar o estudo com o estabelecimento de uma sistematização das manobras e sua dinâmica, bem como os procedimentos de segurança de voo para mitigar os riscos.

### **1.4 Objetivo da pesquisa**

Este trabalho tem por objetivo identificar a doutrina operacional do BAvOp e os procedimentos utilizados em operações aéreas com cargas externas vivas para que haja homogeneidade na conduta dos profissionais daquela unidade policial militar, visando mitigar os riscos inerentes à atividade.

Ao que se propõe a pesquisa buscar-se-á fulcro com os seguintes objetivos específicos:

- Identificação da legislação que fundamenta a operação aérea de segurança pública e as manobras realizadas no segmento com carga externa viva.

- Identificação da documentação técnica criada ou adotada pelo BAvOp pertinente às operações aéreas de manobras com carga externa viva em helicóptero a baixa altura.
- Verificação das condições nas quais são realizadas as manobras escopo deste trabalho.

## 1.5 Metodologia

Seguindo o caminho natural em uma pesquisa após definido o objeto de estudo é necessário montar um processo científico investigatório de modo a delinear os contornos do universo abordado. Para realizar a presente pesquisa visitou-se o Batalhão de Aviação Operacional (BAvOp) verificando-se os procedimentos operacionais referentes ao tema de interesse, rotina de instrução e adestramento daquela unidade, documentando a praxe da operação por intermédio de fotos, filmagens e entrevistas, aplicação de questionários e obtenção da normatização pertinente.

Os dados obtidos na pesquisa serão analisados mais adiante em procedimentos de pesquisa sob a ótica da segurança de voo preconizada pela legislação em vigor e o SIPAER (sistema de Investigação e Prevenção de Acidente Aeronáutico).

### 1.5.1. Classificação da pesquisa

A metodologia adotada apóia-se no método **indutivo** pelo estudo *in loco* que permitirá estabelecer recomendações de padronização de procedimento caso conclua-se que estas são plausíveis.

A natureza da pesquisa será **aplicada**, pois se buscará a adequação de procedimentos para um problema real enfrentado no cotidiano em operações aéreas. Tendo em vista o desenvolvimento pelo sistema SIPAER das bases da filosofia no trinômio “o meio, o homem e a Máquina”, a segurança de voo não se traduz facilmente em estatísticas de acidentes/incidentes, deste modo com uma abordagem qualitativa é possível dissecar a subjetividade que há na sensação de segurança citada em entrevistas com tripulações.

Entende-se como de caráter **exploratório** o objetivo geral da pesquisa, por haver o interesse inicial do pesquisador em familiarizar-se com as implicações para a segurança de voo na aviação de segurança pública do problema da falta de padronização de procedimentos em operações aéreas no DF e mais especificamente na corporação.

### **1.5.2. Hipóteses ou Suposições**

A suposição que se apresenta é de que o BAvOp esteja sujeito aos mesmos acidentes já experimentados por outros operadores de segurança pública no Distrito federal, caso não haja padronização de procedimento em operações aéreas especiais.

### **1.5.3. Coleta de dados**

#### **1.5.3.1. Caracterização da amostra**

O Universo de pesquisa será o Batalhão de Aviação Operacional da PMDF, desta unidade, por contar com pessoal especializado e de reduzido efetivo, será colhida a amostra das tripulações operacionais e os sujeitos da amostra será a totalidade de pilotos disponíveis.

#### **1.5.3.2. Material ou instrumentos utilizados**

Serão realizadas visitas ao BAvOp para coleta de documentos, filmes e fotografias, caso estejam disponíveis; pretende-se também aplicar questionários e/ou entrevistas tendo como público alvo as tripulações engajadas na missão em tela.

#### **1.5.3.3. Procedimentos de coleta de dados**

Os dados obtidos na pesquisa serão analisados sob a ótica da segurança de voo preconizada pela legislação em vigor e o SIPAER (sistema de Investigação e Prevenção de Acidente Aeronáutico). O pressuposto é que a padronização de procedimentos seja capaz de mitigar os riscos, gerando economia de recursos e preservando a vida e o bem-estar das tripulações envolvidas e do público atendido.

O escopo temporal tem o intróito da aviação mundial de asa fixa e rotativa, parte da gênese da aviação de segurança pública no país em 1913 na Força Pública do Estado de São Paulo, que empregou nesta experiência aviões biplano, passando pelo emprego da aviação de asa rotativa em segurança pública em todo Brasil até os dias atuais.

O escopo material ampara a metodologia empregada com a revisão bibliográfica de da normatização externa e interna da PMDF, análise de documentos e procedimentos padronizados por intermédio do processo de segurança de voo desenvolvido na unidade.

A caracterização da pesquisa é contextualizada dentre os procedimentos técnicos existentes, destaca-se dos arrolados os mais adequados e adotados conforme quadro 1:

	Caracterizações Possíveis	Caracterização Adotada
Métodos de pesquisa	Indutivo  Dedutivo  Dialético  Hipotético-dedutivo	Indutivo
Natureza da pesquisa	Básica  Aplicada	Aplicada
Abordagem do problema	Quantitativa  Qualitativa	Qualitativa
Objetivos gerais da pesquisa	Exploratória  Descritiva  Explicativa	Exploratória
Procedimentos técnicos	Bibliográfica  Documental  Experimental  Levantamento  Estudo de caso  <i>Expost- facto</i>  Ação  Participante	Bibliográfica  Documental  Levantamento

Quadro 1- Categorização metodológica da pesquisa. Adaptado de metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação e como elaborar projeto de pesquisa (GIL, 1991).

Quanto à metodologia adotada o método indutivo foi a escolha mais natural, pois se relacionando com as caracterizações adotadas, por crer na validade das experiências estudadas, especialmente *in loco*, permite estabelecer grande parte das recomendações contidas nas diretrizes para melhoria da segurança de voo, produto final esperado.

A natureza da pesquisa é aplicada, pois se buscou verificar a padronização de procedimentos nas manobras objeto desta pesquisa como fulcro de questionamento para o

aperfeiçoamento de uma questão real da segurança de voo na PMDF e em todos os demais operadores do Distrito Federal e do país.

Tendo em vista o desenvolvimento pelo sistema SIPAER das bases da filosofia da segurança de voo no trinômio “o meio, o homem e a Máquina”, esta não se traduz facilmente em estatísticas de acidentes/incidentes, deste modo com uma abordagem qualitativa é possível dissecar a subjetividade que há na sensação de segurança citada em entrevistas com tripulações.

Conforme o quadro de categorização da metodologia entende-se como de caráter exploratório o objetivo geral da pesquisa, por haver o interesse inicial do pesquisador em familiarizar-se com as implicações para a segurança de voo da falta de padronização em manobras específicas e de alto risco como são as que este estudo visa abarcar.

Constroem-se objetivos desta pesquisa por intermédio da reunião de informações julgadas pertinentes fundamentados em revisão bibliográfica, visitas ao serviço aéreo da corporação para levantamento de dados utilizando-se entrevista e aplicação de questionários; a seguir descrito:

A revisão bibliográfica utilizou catorze livros, nove dos quais especializados, sendo o mais antigo de 1957 e o mais recente de 2006; nove diplomas legais brasileiros, destes sete específicos de aviação; foram consultados dezoito *sites*, treze especializados e cinco não-especializados na internet; três revistas, uma delas não-especializada; três Dissertações/TCC (trabalho de conclusão de curso) especializados; um manual técnico de aeronave. Concernente aos artigos cinco deles eram específicos sobre o tema de um total de sete e destes três eram artigos de fóruns da AHS, American Helicopter Society de 1995, 1997 e 2002. Foram utilizados ainda dois documentos da ICAO, um deles um anexo 3 e outro um manual de gerenciamento de segurança de voo.

Desenvolvendo estrutura e questões da pesquisa Mintzberg (*apud* VOSS, 2002, p.199) assevera que não importa o tamanho de nossa amostra ou qual nosso interesse, é necessário ir às organizações pesquisadas com o foco bem definido.

O porquê e o como da pesquisa que compõe a estrutura são analisados especificamente no terceiro capítulo e encontra suporte também nas entrevistas realizadas, questionários aplicados e registros das visitas ao BAvOp.

Os questionários exploratórios foram aplicados a 26 respondentes dos quais 25 responderam, estes componentes são todos especializados em operações aéreas policiais militares, distribuídos em três segmentos, quais sejam: comandantes de aeronaves policiais, co-pilotos e tripulantes operacionais.

## **1.6 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho encontra-se estruturado em cinco capítulos, no primeiro capítulo é feita uma introdução na qual se apresenta um panorama da operação de helicópteros na segurança pública no país para situar o escopo da pesquisa na corporação, seus objetivos, fatores de motivação e a importância do trabalho para a segurança de voo na aviação operacional da PMDF.

O segundo capítulo é a revisão teórica desta obra e aborda o aspecto histórico da aviação no mundo e no Brasil, gênese da aviação operacional da PMDF e seu emprego como ferramenta legal do Estado, bem como o tratamento legal conferido por este àquela e ambiente operacional em que se desenvolve a atividade aeropolicial e dinâmica física da atividade pesquisada.

O terceiro capítulo trata do procedimento de pesquisa tem por tópico a amostra utilizada e a análise dos dados obtidos, é apresentada a delimitação intencional e direcionada da amostra e uma apuração das informações com o direcionamento do que se pode inferir. Apresenta-se ainda “*Best Practices*”, melhores práticas adotadas por operadores com experiências positivas nas manobras que possam ser aproveitadas pelo BAvOp.

O quarto capítulo ocupa-se das diretrizes para melhoria da segurança de voo faz um apanhado das informações obtidas e seu processamento, conduzindo a medidas de ordem técnico-administrativa como recomendações que podem ser adotadas para uma melhoria qualitativa na segurança de voo com consequente economia de vidas humanas, recursos públicos e de patrimônios de terceiros.

O quinto capítulo resume as informações apresentadas e chega a conclusões pertinentes à aviação operacional na PMDF.

## **2. REVISÃO TEÓRICA**

### **2.1 Histórico da aviação**

Conta-nos Parellada (2009) que em cavernas no Brasil guardam ainda hoje pinturas rupestres feitas por nossos antepassados, algumas contêm representações de pássaros voando, este registro pré-histórico aponta para um antigo interesse do ser humano pelo voo.

Abordando a mitologia grega vemos que nesta concebia-se intuitivamente o homem voando a semelhança dos pássaros, batendo asas; e segundo esta, Dédalo, degredado pelo rei Minos, escapou do exílio com seu filho Ícaro utilizando asas feitas com penas de gaivotas coladas com cera de abelha. O jovem imprudente negligenciou o conselho paterno para voar a baixa altura, subiu demais tão alto, que como temia seu pai, o sol derreteu-lhe a cera das asas e este caiu perecendo nas águas do mar Egeu (BULFINCH, 2006); tal alegoria releva um claro aviso claro aos riscos envolvidos em voar.

Anderson (2001) registra que ano de 1485, Leonardo Da Vinci expressou o anseio humano de voar no esboço do ornitóptero. Uma clara expressão do interesse de propelir-se no ar utilizando a semelhança dos pássaros.

A história da aviação, desprezada a mitologia e voos com aeronaves mais leves que o ar ou planadores, tem pouco mais de um século. No início do século XX o período ocorreu inovações tecnológicas para diversas outras áreas do conhecimento humano.

Segundo Lucchesi (1996) cronologicamente contemporâneos, mas não sincrônicos aos balões, surgiram os aeroplanos, inicialmente de conhecimento restrito em seu primeiro experimento bem sucedido, o avião (para dissabor brasileiro) teve no primeiro voo do Flyer o início da aviação do “mais pesado que o ar” em 17 de dezembro de 1903, na praia de Kill Devil Hills nos Estados Unidos da América. A consagração do invento se deu, todavia pelo gênio inventivo do inventor e aviador brasileiro Alberto Santos Dumont, diante de grande público no Campo de Bagatelle em Paris, França em 23 de outubro de 1906.

No fim do século XIX, com o advento do motor de combustão interna com melhor relação peso/potência tornou-se possível o desenvolvimento da ideia de um artefato voador capaz de pousar e decolar verticalmente (USCFC, 2003).

A evolução do helicóptero foi retardada em virtude da complexidade dinâmica do helicóptero em face da dificuldade em estabelecer modelos *a priori* do funcionamento dos subsistemas participantes tais como transmissão principal e de anti-torque, rotores, motor, fuselagem, seus seis graus de liberdade e as interações entre eles que exigem um alto grau tecnológico, pois seus componentes possuem características não-lineares (ICONIP, 2002).

Em 1906 o italiano Gaetano Crocco, entendeu a necessidade de um helicóptero hipotético voar à frente, disto resultou a teorização e registro da patente do o *cyclic pitch*, o controle cíclico de mudança de passo nas pás de um rotor. Ainda no mesmo ano os franceses Louis e Jacques Breguet sob a orientação do professor Charles Richet iniciaram experimentos com o Bréguet-Richet Gyroplane N° 1, que foi um dos primeiros engenhos voadores a pairar, no entanto não havia meios de controle ou estabilidade, portanto não era em essência um helicóptero (USCFC, 2003).

Quatro anos após o voo do primeiro do aeroplano (1903), decolou o primeiro helicóptero (1907), o francês Paul Cornu, usando rotores contra-rotativos para cancelar o torque, em 13 de novembro de 1907, tornou-se a primeira pessoa a decolar verticalmente uma aeronave, mas o controle era feito a partir do solo utilizando-se bastões (USCFC, 2003).

Conforme Shapiro (1957) a dificuldade em se desenvolver mecanismos de controle de voo, já que suas superfícies aerodinâmicas e de controle se confundem e a carência tecnológica promoveu um avanço desigual entre avião e helicóptero resultando a este um avanço difuso e lento.

Vários outros pequenos passos no desenvolvimento do helicóptero foram dados por pesquisadores como o russo naturalizado americano Igor Sikorsky, que construiu em 1909 seu primeiro helicóptero com rotores coaxiais, mas interrompeu a pesquisa até a década de 1930. Os avanços prosseguiram com a contribuição de russos, noruegueses, austríacos, americanos até que Raul Pescara, um argentino que vivia na Europa, agregou ao conceito de helicóptero a *free-wheel*, tornando possível o pouso em segurança em caso de pane do motor (USCFC, 2003).

A aplicabilidade prática das aeronaves de asa rotativa permaneceram no *status* experimental até 1936, quando o professor Focke, um alemão, fez as evoluções necessárias ao



*Autogyro* do espanhol Juan de la Cierva, para concretizar as potencialidades do helicóptero (SHAPIRO, 1957).

Bastos (2004) defende a ideia de que o helicóptero possui uma série de vantagens específicas sobre o avião, seu uso militar começou com os americanos nas missões de resgate em território chinês na segunda guerra mundial em 1944. Com sua versatilidade como elemento de observação, transporte, evacuação aeromédica e CSAR; o helicóptero estabeleceu-se como vetor do uso da força por parte dos colonizadores franceses na guerra da libertação da Argélia e consolidou-se na guerra do Vietnam (BASTOS, 2004).

Já no pós-guerra em 1946 o emprego civil de helicópteros foi homologado nos Estados Unidos e dois anos depois o NYPD, Departamento de Polícia de New York em 30 de setembro de 1948, já utilizava helicópteros em operações policiais aéreas com um helicóptero Bell 47B (LIMA *apud* GAMBARONI, 2007).

Para Canavó (1978) no Brasil a aviação policial brasileira teve origem, por razões históricas no emprego de aviões, concretizada na Lei estadual paulista Nº 1395-A de 17 de dezembro de 1913 *in verbis*: ...”artigo 14- Ficam creados o curso Especial Militar e a Escola de Aviação... Parágrafo 2º A Escola de Aviação terá por fim preparar, na Força Pública, aviadores militares que, estando convenientemente instruídos, constituam uma secção de aviação”.

A iniciativa legal não garantiu a perenidade do embrião da aviação policial no país, a precária em infraestrutura e manutenção das aeronaves bem como a dependência do suprimento externo inviabilizaram as operações da Força Pública com a convivência com a escassez de recursos materiais devido à primeira guerra mundial. Várias foram as descontinuidades do serviço aéreo policial paulista; por operar aeronaves de asa fixa o recurso aéreo foi várias vezes compreendido por uma visão estreita das autoridades republicanas como artefato militar e consequentemente alienado (BENI, 2009).

Ainda conforme Beni (2009) o emprego pioneiro de helicópteros em segurança pública no Brasil coube ao estado do Rio de Janeiro em 1971, com a criação da Assessoria Aeropolicial na estrutura administrativa em sua secretaria de segurança pública.

O emprego de helicópteros em missão de segurança pública ganhou maior expressão em 1984, com a entrega, pelo governo de São Paulo para operação de dois helicópteros HB

350 B Esquilo, um para a PMESP e outro para a PCESP, resultando na criação de serviços aéreos nos respectivos organismos de segurança pública (BENI, 2009).

No ano de 2010 a segurança pública e defesa social dos estados da federação contabiliza mais de uma centena de helicópteros (DEFESANET, 2009), equipados e operados por pessoal treinado e designado para funções específicas diversa da aviação civil ou militar, apesar de legalmente enquadrados naquela primeira (BENI, 2009).

No Distrito Federal a operação de helicópteros em segurança pública no Distrito Federal iniciou-se no ano de 1986, por intermédio de um contrato de comodato com o Banco do Brasil o GDF passou a operar um helicóptero modelo HB 350 B “Esquilo”.

Foi criada a Seção de Helicópteros – SECHEL da Secretaria de Segurança Pública do Distrito Federal, esta foi dotada de uma estrutura operacional voltada às necessidades dos diversos órgãos da segurança pública além da Defesa Civil e do DETRAN/DF.

A SECHEL evoluiu e em 1991 atingiu uma frota de três helicópteros e seu quadro de pessoal possuía militares e civis dos diversos órgãos da Segurança (PMDF, PCDF e CBMDF), além de pilotos e mecânicos contratados.

Esta estrutura integrada operou de maneira adequada, em sede única no centro da cidade. Os três helicópteros, dois nas cores verde e branca, identificados pela inscrição “POLÍCIA” na fuselagem e um nas cores branca e azul (sem identificação aparente) para transporte de autoridades; tal situação persistiu até o ano de 1994 quando a estrutura heterogênea daquele serviço aéreo sucumbiu e não obstante a mescla de profissionais atuando juntos não experimentou nenhum acidente.

A operação individualizada nas corporações não se traduziu, pelo menos estatisticamente, em voos com o mesmo grau de segurança de voo, pois apesar da utilização dos meios aéreos de modo homogêneo foram experimentados acidentes, inclusive fatais.

Ao contrário de unidades da federação que integraram seus operadores, em Brasília foi extinta a SECHEL, e distribui-se uma aeronave para cada órgão da Segurança Pública Polícias Civil, Militar e Corpo de Bombeiros Militar.

Como a SECHL atendia à segurança pública, autarquias e também o transporte de autoridades do GDF, notadamente ao Governador do Distrito Federal, foi criada a DETA, conforme o Decreto Nº 20974 de 26 de janeiro de 2000, para o serviço de transporte aéreo. O Governo do Distrito Federal adquiriu uma aeronave nova, modelo Bell 407 para iniciar suas operações (DISTRITO FEDERAL, 2000).

O quadro 2 apresenta um panorama dos operadores de segurança pública e seus equipamentos no Distrito Federal, o DETRAN apesar de operar um helicóptero em missões de segurança pública não é constitucionalmente órgão de segurança pública e não se inclui no quadro abaixo.

Corporação	Equipamento operado	Observações
Corpo de bombeiros	01 EC 135/01 HB 350 B2	01 HB 350 BA *
Polícia civil	01 HB 350 BA/ 01HB 350 B2	01 HB 350 B/ HB 350 BA **
Polícia militar	01 HB 350 B2	00
DETA	Bell TEXTRON 407	00 ***
<p>*Acidente fatal em 2008.</p> <p>** A aeronave acidentada HB 350 B foi recuperada como BA e sofreu novo acidente.</p> <p>*** A DETA iniciou suas operações no ano 2000.</p>		

Quadro 2- Distribuição de aeronaves de asas rotativas no Distrito federal.

## 2.2 Legislação pertinente e conceitos principais

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 01/2008, que cuida de Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida”, define aeronave de asa rotativa como uma aeronave mais pesada que o ar com dependência fundamental de sua sustentação gerada por um ou mais rotores. Assim temos o helicóptero definido como uma aeronave de asa rotativa que depende principalmente de seus rotores para sustentar-se movidos a motor, para deslocamentos horizontais (BRASIL, 2008).

Seguindo os ensinamentos do PhD em engenharia aeronáutica brasileiro Donizeti de Andrade (1999) para aprimorar o conceito, temos que helicóptero é uma aeronave de asas rotativas (*rotorcraft*) classificada segundo características de decolagem como do tipo V/STOL, ou seja, capaz de decolar e pousar na vertical, *Vertical Take-Off and Landing* (VTOL) e que também pode utilizar-se de pistas curtas para tais tarefas *Short Take-Off and Landing* (STOL), em operações denominadas *running-on*. Aeronaves do tipo VTOL englobam desde helicópteros até veículos lançadores. Dessas, apenas o helicóptero opera em

função desta característica definida, como a condição de voo em que a aeronave não possui velocidade relativa à massa de ar, seja vertical ou horizontal.

O **voo pairado**, ou *hover* permite ao helicóptero conduzir cargas internas e/ou externamente, por haver segundo seu princípio de funcionamento menor consumo de energia por unidade de tração produzida em relação a outras aeronaves de mesma característica. Assim o helicóptero pode operar por extensos períodos nessa condição e o *inflow*, entendido como o sopro do rotor, que regido pela terceira Lei de Newton – Ação e Reação, nada mais é que massa de ar que é impulsionada através do rotor reagindo como sustentação. Estas características do helicóptero possibilitam pessoas a manterem-se sob a área logo abaixo ou próxima à aeronave em funcionamento, e ainda o *inflow* não chega a erodir significativamente o solo sobre o qual opera (DE ANDRADE, 1999).

Souza (2011) conceitua **SIPAER** como a filosofia sistêmica com o significado de Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, que busca identificar comportamentos humanos e/ou buscar falhas mecânicas ou sistêmicas causadoras de acidentes e o faz como forma de promover uma reforma na cultura humana ou na estrutura da máquina.

Segundo a *International Civil Association Organization*, organismo internacional que regula a atividade de aviação civil no mundo **segurança de voo** é um conceito subjetivo, conhecido no meio aeronáutico e é definido como sendo o estado no qual o risco de ferir pessoas ou causar danos em coisas se limita a, ou está mantido em ou abaixo de, um nível aceitável, através de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos (ICAO, 1949).

Conforme a legislação em vigor no Brasil **acidente aeronáutico** é toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

I- Uma pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de:

- a) Estar na aeronave; ou
- b) Contato direto com qualquer parte da aeronave, inclusive as que tenham dela se desprendido; ou

- c) Submetida a exposição de sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou as suas consequências diretas.

II- A aeronave sofra dano ou falha estrutural que:

- a) Afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou suas características de voo; e
- b) Normalmente exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado.

III- A aeronave seja considerada desaparecida ou completamente inacessível.

Para qualquer abordagem ao tema segurança de voo em âmbito nacional é preciso conhecimento do **CENIPA** órgão do comando da Aeronáutica cuja denominação é o Centro de Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes aeronáuticos, órgão principal do SIPAER.

A NSCA, Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica em sua numeração de designação 3-1, que versa sobre a “conceituação de vocábulos, expressões e símbolos de uso no SIPAER define **comandante** piloto responsável pela operação e segurança da aeronave e Exerce a autoridade que a legislação aeronáutica lhe atribui e **co-piloto** é o piloto que auxilia o comandante na operação da aeronave; já para esta mesma norma tripulante é conceituado como pessoa devidamente habilitada que exerce função a bordo de aeronave.

O **RELPREV** é documento formal destinado ao reporte voluntário de uma situação potencial de risco para a segurança operacional e sua utilização é regulada pela NSCA 3-3 que trata da Gestão da Segurança Operacional (GSO); trata-se de um instrumento barato e democrático, não requer especialização e pode ser feito por qualquer um de maneira individual e o sigilo resguarda a identidade do autor, se necessário.

A Instrução de Aviação Civil (IAC) 3515 (2001), que normatiza na aviação civil brasileira operações com cargas externas com helicópteros, trata o Rappel como um tipo especial de operação de carga externa em que a carga é composta por pessoas e não poderá ser transportada por movimento horizontal, a característica desta é a descida por cabo de tripulante qualificado, utilizando equipamento adequado para tal.

Esta mesma instrução supracitada trata a manobra de Mc Guire com a denominação de Maguari distinguindo-a do Rappel por ser possível o deslocamento horizontal da carga viva composta por pessoas igualmente qualificadas.

Os tipos de operações de carga externas são definidos como *Short Line* (como na figura 1 vista a seguir) aquelas em que os cabos sejam inferiores a trinta metros, por exemplo, operações com cesto de resgate tipo puçá, operações de combate a incêndio com *water bucket*. Operações *Long line*, são aquelas nas quais os cabos têm comprimento superior a trinta metros, nesta o piloto mantém contato visual com a carga (BRASIL, 2001).



Figura 1- *Short line*. CH 53 Sea Stallion em *pick up* de Lockheed S-3 Viking.

O desenvolvimento da aviação de segurança pública no Brasil não teve supedâneo da legislação conforme se constata a seguir pela cronologia dos eventos pertinentes. No ano de 1944 na cidade de Chicago, Estados Unidos uma convenção de aviação civil envolvendo diversos países fez surgir a ICAO, que entende abarcar em seus interesses a operação de aeronaves comerciais em todo o mundo (BENI, 2009). Aeronaves estatais foram então definidas pelos países signatários como aquelas usadas para serviços militares, alfandegários ou policiais (Convenção de Chicago, 1944).

Tanto o Código Brasileiro do Ar, Decreto-Lei 32 de 1966, alterado pelo Decreto-Lei 234 de 1967, quanto o Código Brasileiro de Aeronáutica, Lei 7.565 de 1986 asseveram em

suas introduções que Tratados, Convenções e Atos Internacionais, celebrados por delegação do Poder Executivo e aprovados pelo Congresso Nacional, têm pleno vigor em nosso país (PACHECO, 1988).

Ainda destacado por Beni (2009) não obstante a ênfase ratificadora contida nestas leis, aeronaves policiais não gozam de tratamento específico no arcabouço jurídico brasileiro, sendo consideradas aeronaves civis públicas. Não havia quando da publicação do Código Brasileiro do Ar no ano de 1966 (Decreto-Lei Nº 32 de 18 de novembro de 1966), a preocupação do legislador em regulamentar a atividade aérea exercida por órgãos mantenedores da ordem pública e da incolumidade patrimonial.

Duas décadas depois quando da entrada em vigor do Código Brasileiro de Aeronáutica (Lei Nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986), já havia se iniciado a atividade aérea policial por órgãos de segurança pública estaduais, contudo foi perdida a oportunidade de cumprir o acordado na convenção da ICAO.

Não há na Constituição Federal vigente qualquer referência expressa à regulamentação da atividade aérea de segurança pública, esta subsiste no campo infraconstitucional como se segue no artigo 22, inciso I da Carta Magna brasileira *in verbis*: “Art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre:

I - direito civil, comercial, penal, processual, eleitoral, agrário, marítimo, aeronáutico, espacial e do trabalho; ”...

Já o título V que aborda a defesa do Estado e das instituições democráticas no capítulo III inicia da seguinte maneira *in verbis*: ”Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:

I - polícia federal;

II - polícia rodoviária federal;

III - polícia ferroviária federal;

IV - polícias civis;

V - polícias militares e corpos de bombeiros militares.

O amparo legal das missões em tela são infraconstitucionais e anteriores à Constituição Federal. O primeiro fulcro legal reside no Decreto-Lei 667 de 02 de julho de 1969, regulamentado pelos decretos 66862 (R200) de 08 de julho de 1970, e do Decreto-Lei 88777 (R200), de 30 de setembro de 1983, este último em seu artigo 2º *in verbis*:

27) Policiamento Ostensivo - Ação policial, exclusiva das Polícias Militares em cujo emprego o homem ou a fração de tropa engajados sejam identificados de relance, quer pela farda quer pelo equipamento, ou viatura, objetivando a manutenção da ordem pública.

São tipos desse policiamento, a cargo das Polícias Militares ressalvadas as missões peculiares das Forças Armadas, os seguintes:

- ostensivo geral, urbano e rural;
- de trânsito;
- florestal e de mananciais;
- rodoviária e ferroviária, nas estradas estaduais;
- portuário;
- fluvial e lacustre;
- de radiopatrulha terrestre e aérea...

Para Beni (2009) nota-se que dar exclusividade às polícias militares da atividade de policiamento aéreo não foi observado pelo estado do Rio de Janeiro ao criar em 1971 a Assessoria Aeropolicial, subordinada à secretaria de segurança pública. No ano de 1985 o então Ministério da Aeronáutica publicou a IMA 2237 de 05 de maio, onde definia missão policial como as atividades desempenhadas por helicópteros operados pelas secretarias de segurança pública dos estaduais, com objetivo de apoiar as respectivas polícias civis e militares em suas missões legais. A IMA 2237/85 foi substituída pela IMA 3504/89 e posteriormente regulamentou-se pela IMA 100-4 Regras Especiais para Tráfego de



Helicópteros, com um capítulo especial abordando os helicópteros policiais e em 1996 regulamentou-se a atividade também pela emenda 03 da RBHA 91.

Por último a ANAC republicou a RBHA 91 com sua subparte K com o título de: “Operações Aéreas de Segurança Pública e/ou de Defesa Civil”; cujo teor essencialmente conceitua-se *in verbis*:

#### RBHA 91 SUBPARTE K - OPERAÇÕES AÉREAS DE SEGURANÇA PÚBLICA E/OU DE DEFESA CIVIL

##### 91.951 - APLICABILIDADE

[Face às peculiaridades das atividades aéreas de segurança pública e/ou de defesa civil, esta subparte estabelece normas e procedimentos aplicáveis a tais atividades, incluindo for mação de tripulações e manutenção das aeronaves.]

(Port. 899/DGAC, 01/09/05; DOU 172, 06/09/05)

##### 91.953 - CONCEITUAÇÃO

(a) Para os propósitos deste regulamento:

(1) [" operação aérea de segurança pública e/ou de defesa civil" é uma atividade realizada com aeronaves e conduzida por Órgão de segurança pública ou de defesa civil.

(2) “Órgão de segurança pública” e” Órgão de defesa civil” são Órgãos da administração pública direta federal, estadual, municipal e do Distrito Federal, destinadas a assegurar a preservação da ordem pública, da incolumidade das pessoas e do patrimônio.

(b) As operações aéreas de segurança pública e/ou de defesa civil compreendem as atividades típicas de polícia administrativa, judiciária, de bombeiros e de defesa civil, tais como: policiamento ostensivo e investigativo; ações de inteligência; apoio ao cumprimento de mandado judicial; controle de tumultos, distúrbios e motins; escoltas e transporte de dignitários, presos, valores, cargas; evacuação aeromédica, transportes de enfermos e órgãos humanos e resgate, busca, salvamento terrestre e aquático; controle de tráfego rodoviário, ferroviário e urbano; prevenção e combate a incêndios; patrulhamento urbano, rural, ambiental, litorâneo e de fronteiras; e outras operações autorizadas pelo DAC.

(c) Par a simplificação do texto desta subparte, o termo "Órgão" engloba os Órgãos de segurança pública e/ou de defesa civil.] (Port. 697/DGAC, 25/10/99; DOU 224, de 24/11/99) (Port. 899/DGAC, 01/09/05; DOU 172, 06/09/05).

Conforme Beni (2009) a legislação supracitada conceitua dá a aplicabilidade atual da atividade aérea de segurança pública em todo território nacional. Em âmbito da unidade da federação em que se insere a PMDF Santiago (2002), esclarece que na capital federal a operação aérea de segurança pública e defesa social teve início na Secretaria de Segurança Pública e Defesa Social e após pouco mais de uma década de operação foi repassada a responsabilidade às corporações individualmente: PMDF, CBMDF, PCDF e DETA para operarem individualmente cada um sua aeronave.

O escopo de missões atribuídas ao helicóptero da PMDF, segundo norma interna NGA são *in verbis*:

“Art. 1º O policiamento ostensivo e repressivo de preservação da ordem pública, conforme estabelecido na Constituição Federal de 1988 são missões destinadas às Polícias Militares, e dentre estas, são executadas pelo GOA:

I - Policiamento Ostensivo Aéreo de cidades;

II - Policiamento Ostensivo Aéreo Ambiental de Florestas, Rios, Lagos e Mananciais;

III - Policiamento Ostensivo Aéreo de Controle de Trânsito Rodoviário e Urbano;

IV - Apoio Aéreo a Controle de eventos, distúrbios civis e rebeliões penitenciárias;

V - Policiamento Aéreo em acompanhamento e perseguições em fugas de pessoas em atitudes suspeitas, a pé e em veículos;

VI - Policiamento Aéreo em apoio à repressão a assaltos a bancos e a estabelecimentos financeiros;

VII - Policiamento Aéreo em apoio a escoltas de dignitários e de presos;

VIII - Policiamento Aéreo em apoio a transporte de Valores;

IX - Atendimentos em casos de Calamidades Públicas;

X - Evacuação Aeromédica;

XI - Missão de misericórdia, salvamento de vida humana, transporte de órgão humano para transplante, missão de busca, salvamento, resgate e transporte de enfermos e feridos em caráter de urgência e em locais de difícil acesso;

XII - Observações de Cortejos;

XIII - Instruções de atualização e manutenção operacional de tripulantes e

XIV - Outras julgadas necessárias pelo Comando da Corporação.” (NGA, 2009).

As operações desenvolvidas no Brasil por órgãos policiais com cargas externas são regulamentadas pelo Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 133 "Operação de Aeronaves de Asas Rotativas com Cargas Externas", de 16 de agosto de 1989, nesta normatização são estabelecidos requisitos de aeronavegabilidade para homologação de aeronaves de asas rotativas com cargas externas e regras para a operação.

O texto básico para o RBHA 133 segue a tendência de outros países baseando-se no o "FAR PART 133" da *Federal Aviation Administration* (FAA) dos Estados Unidos da América.

Em complementando o RBHA 133, a Instrução de Aviação Civil (IAC) 3515, de 26 de setembro de 2001, estabelece critérios e fornece informações sobre o processo para emissão de autorização para operações de aeronaves de asas rotativas com cargas externas, provendo o público em geral de orientações e normas para a condução de tal processo.

Conforme preconizado pela legislação pátria, as regras do RBHA 133 e IAC 3515 **não** são aplicáveis às operações com aeronaves públicas conduzidas pela administração pública direta em suas três esferas, as quais são classificadas como aeronaves de Segurança Pública e/ou de Defesa Civil (BRASIL, 1989). Não obstante a não viger tal legislação ao segmento de interesse às operações aéreas na corporação trata-se de um valioso arcabouço técnico para subsidiar o serviço aéreo prestado pelo BAvOp à sociedade.

Nos termos da subparte K do RBHA 91- Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis, de 30 de dezembro de 2004, são autorizadas, *a priori*, condições especiais de operação

que excepcionam as disposições do regulamento, em operações aéreas de Segurança Pública e/ou de Defesa Civil, desde que o objetivo seja a proteção e o socorro público, cabendo ao respectivo órgão estabelecer programas de treinamento e procedimentos de operação padrão e de segurança operacional com a finalidade de orientar a conduta das tripulações em tais condições especiais (BRASIL, 2004).

### **2.3 Ambiente operacional**

O Brasil conta hoje com uma frota de aproximadamente 120 helicópteros servindo 38 operadores policiais, (não incluídos IBAMA, DETRAN DF e Receita Federal por não serem órgãos de segurança pública definidos na Constituição) cujas missões legais mais usuais são: o patrulhamento aéreo, missões de resgate, evacuação aeromédica e apoio a viaturas em missão policial.

O ambiente operacional em que se processa a atividade de operações aéreas pelos órgãos policiais do país não obstante a heterogeneidade dos operadores se assemelha e os riscos são apresentados em relatório do ano de 2008 da ANAC.

Helicópteros policiais trazem peculiaridades similares aos teatros de operações de guerra, neste contexto introduz-se o conceito de *survivability* aeronáutica é o entendimento da suscetibilidade (possibilidade percentual de ser atingida pela ameaça) e vulnerabilidade (probabilidade da ameaça “matar” a aeronave) de uma aeronave em ambiente hostil em sentido amplo do conceito de Ball (1985), com implicações aerodinâmicas *lato sensu* e não apenas em combate, como exemplo temos a figura 2 abaixo, operação policial em área urbana.



Figura 2- Helicóptero da PMERJ abatido por PAF criminoso.

Ainda segundo Ball (1995) em voo o piloto está sujeito a várias interferências capazes de neutralizá-lo em sua função precípua; já a aeronave possui pontos sensíveis que alvejados, podem comprometer sua capacidade operacional. A *Aircraft Combat Survivability* visa à identificação de deficiências e incorporação de um atributo corretivo para o incremento da efetividade da aeronave como um sistema armado.

A ameaça dos PAF ocorre devido à quantidade de armas em circulação no Brasil, as armas em poder da sociedade é quase dez vezes superior que o armamento em poder do Estado e do total em circulação no país (17.314.885). Mais da metade desse total de armas são ilegais (FERNANDES, 2005).

É possível ao compreendermos a survivability tomá-la como suporte para identificação de vulnerabilidades em operações com cargas externas e propor a criação de “defesas” para neutralizar estas lacunas na segurança de voo. A efetividade em combate relaciona-se com a efetividade na missão e a *survivability*, e esta depende da detectabilidade e capacidade de evitar ameaças, conforme podemos verificar na figura 3 a seguir.

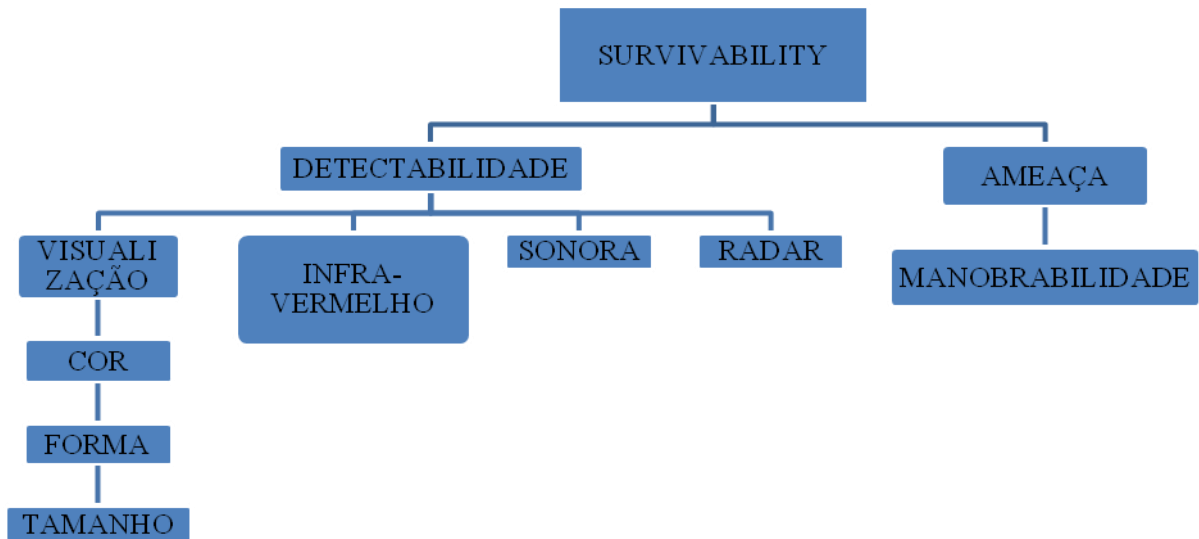


Figura 3- Esquematização de fatores de efetividade em *survivability*. Adaptação dos autores.

As entre as ameaças aos helicópteros policiais estão às redes elétricas e o poder de fogos dos grupos marginais armados. Nos Estados Unidos, por exemplo, de 1974 até 1980, colisões com fios foram responsáveis por 8% dos danos em aeronaves, 6% das lesões em tripulantes e 16% das mortes na aviação do Exército americano (BURROWS, 1995).

Bolkom (2004) relata que há relatórios do US ARMY referentes à operação de helicópteros em teatros de operações no Afeganistão responsabilizando o *environment* (meio-ambiente) como o percalço precípua a ser administrado/superado e referências de redes de transmissão aéreas de energia como a ameaça preponderante à operação de helicópteros à baixa altura no Iraque.

Há exemplos perceptíveis de ameaças às aeronaves em operações aéreas especiais as quais infligem lesões e morte em seus ocupantes, a saber: o risco de colisão com fios e torres, *Brownout*, que é a perda de referências com o solo pelo bloqueio da visão em virtude do excesso de partículas de poeira em suspensão, etc. Nos Estados Unidos, mais de 200 pessoas são feridas em acidentes com helicópteros a cada ano (NASA, 2010).

Cumprir os limites da aeronave, como o PMD, o limite de peso por seção do piso da cabine, por exemplo, interferem na *Crashworthiness* de uma aeronave, conceitua-se como a

qualidade de mitigar a severidade dos impactos consequentes de acidentes, o uso de capacetes-de-voo e macacões anti-chama, igualmente atuam neste diapasão.

Nos EUA, há apenas um operador policial que usa o helicóptero como vetor legal do Estado é a Guarda Costeira (USCG), os demais *Law Enforcement Airborne Groups* só engajam indiretamente em missões, não são autorizados a empregar a força servindo tão somente como plataformas de observação e não empregam armas (senão para defesa) no desempenho de suas funções legais (NEUBECKER, 2003). Esta restrição legal resulta em baixa exposição ao impacto de PAF, contudo não eliminar totalmente o risco, nos anos de 2006 e 2007, houve dois incidentes de tiros disparados contra aeronaves policiais nos EUA segundo a Associação Americana de Aviação de Segurança Pública (ALEA, 2006) e a WHPD (2007). Registraram-se incidentes semelhantes na África do Sul em 2008 e 2009, em um deles o piloto foi alvejado (POLICE HELICOPTER JOURNAL, 2009), e o caso mais grave a aeronave foi alvejada, e colidiu com a rede pública de energia e caiu (DEUTSCHE PRESSE AGENTUR, 2009).

A ameaça de PAF contra aeronaves policiais ocorre também em país europeu com alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), em Gothenburg, Suécia em operação noturna de fuga de presos quatro helicópteros EC 135 foram alvejados (WHPD, 2007). O quadro 3 relata eventos de disparo contra helicópteros policiais no mundo.

LOCAL	ANO	SINOPSE DOS FATOS	FONTE
Columbus, USA	2006	Ladrões de banco dispararam tiros contra o helicóptero da Columbus Police Helicopter. A aeronave pousou para não ser atingida.	ALEA (2006)
Yuma, USA	2007	Um helicóptero EC120B da US Custom Border Patrol (CBP) foi atingida dentro do Hangar.	WHPD (2007)
Johanesburgo, África do Sul	2008	No bairro de Soweto, foram disparados tiros contra o helicóptero da polícia, a aeronave colidiu com fios e foi ao chão.	DEUTSCHE PRESSE-AGENTUR (2008)
Lenásia, África do Sul	2009	Ladrões de carro dispararam dois tiros contra o helicóptero da polícia, atingindo o piloto.	POLICE HELICOPTER PILOT (2009)
Gothenburg, Suécia	2007	Quatro helicópteros EC 135 da polícia foram atingidos por tiros em fuga de presos à noite.	WHPD (2007)

Quadro 3- Helicópteros policiais alvejados no mundo. Adaptação de fontes diversas.

Conforme Robinson (1997) afirma que estudos conduzidos nos EUA acerca da vulnerabilidade dos rotores principal e de cauda em helicóptero trazem importantes considerações, posto que até agora a tecnologia não aponte a possibilidade de blindagem destes componentes. Comparando a aeronaves de asa fixa, helicópteros são mais facilmente detectados e vulneráveis. Em típico cenário de combate um helicóptero pode expor-se a uma gama de armamentos perfurantes e explosivos incendiários. Além destas desvantagens, há ainda na própria essência do helicóptero, a fusão de superfícies aerodinâmicas de propulsão, sustentação e controle. Simulações mostram que um dano balístico para o caso de uma pá de rotor principal ser alvejada no centro da corda, a sustentação desta decresce em aproximadamente 24% e o centro aerodinâmico move-se 1% em direção ao bordo de ataque.

Ainda segundo Robinson (1997) os efeitos aerodinâmicos de danos em um rotor ocorrem em função de diversos fatores relacionados, tais como: a natureza do material, a extensão do dano, sua localização em relação à corda e a envergadura. Danos nas seções internas são menos relevantes que os ocorridos próximos à ponta do rotor devido à menor pressão aerodinâmica nesta superfície. Caso alvejada uma pá de rotor principal, por regra, a seção atingida apresentará degradação de seu desempenho aerodinâmico e a severidade do dano é diretamente relacionada à medida de sua área, e proximidade do bordo de ataque.

No Distrito Federal e em todo país os helicópteros policiais conduzem tripulação armada com armamento de porte (revólver e pistola) e portátil (Carabina e fuzil), segundo a dotação de equipamento de cada corporação. O RBHA 91, subparte K é silente quanto ao tema, limitando-se a vedar a instalação ou adaptação de armamento fixo às aeronaves (BRASIL, 2005).

Para Beni (2009) consolidação da aviação de segurança pública a homogeneização da filosofia do emprego é fundamental para se estabelecer os cenários possíveis de operação e padrões de segurança de voo desejados. A ocorrência de dois acidentes fatais com helicópteros conduzindo carga externa no Distrito Federal vem de encontro a esta assertiva corroborando com a necessidade de procedimentos padronizados no segmento aeronáutico.

Conforme verificamos na figura 4 trás o gráfico de acidentes envolvendo aeronaves do escopo pesquisado para cada 1000 aeronaves da administração direta, que são aquelas destinadas ao serviço do poder público, inclusive as requisitadas na forma da lei; em outros



países este tipo de aeronave é computado como aeronave de Estado e não faz parte das estatísticas de aviação civil.

Analisando o gráfico da figura 4 observa-se que há uma média trienal oscilando entre 5% e 10%, com uma média linear em torno de 7% para o período de 10 anos; alta em comparação ao universo considerado. Isto ocorre basicamente pela natureza perigosa da operação com a preponderância de alta carga de exigência psicológica (ANAC, 2008).

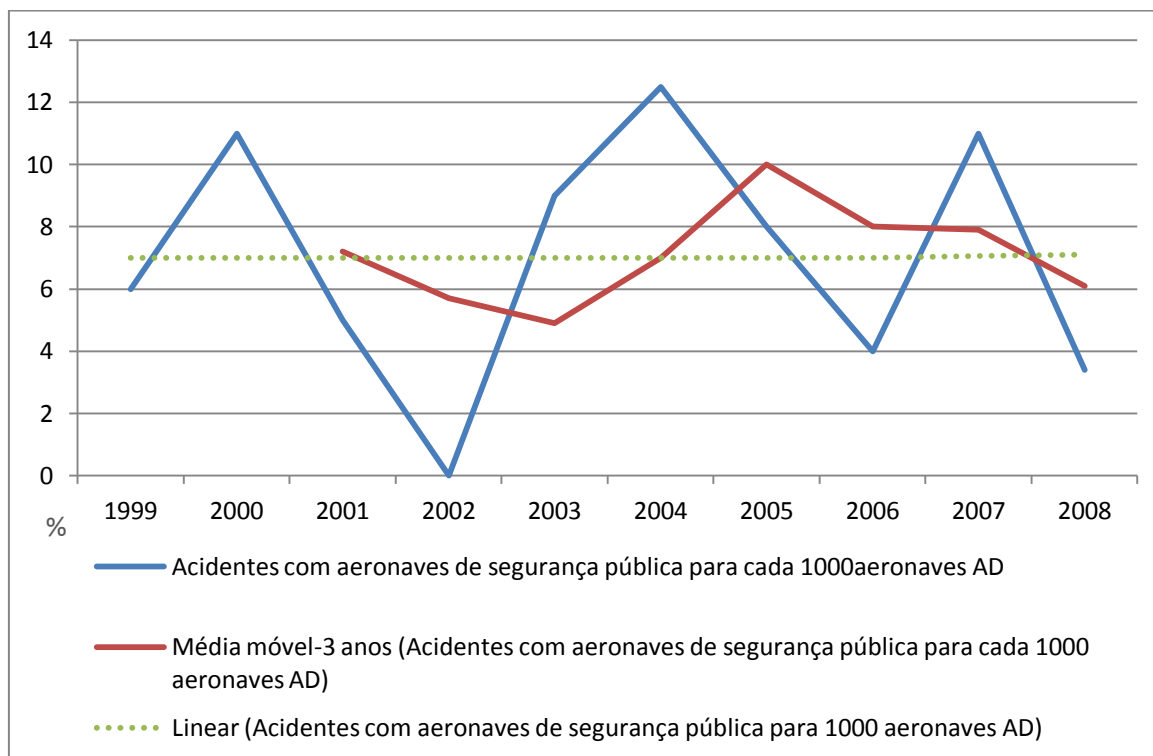


Figura 4- Acidentes envolvendo aeronaves de segurança pública e defesa civil I.

Fonte: CENIPA/GGAP ANAC, 2008.

A figura 5 trata da severidade dos acidentes no segmento de aeronaves de segurança pública e apresenta um comparativo entre as fatalidades e o quantitativo de acidentes do segmento compreendido entre 1997 e 2008.

A severidade dos acidentes em aviação de segurança pública chega a quase 50% de fatalidade, de 21 acidentes 10 foram fatais.

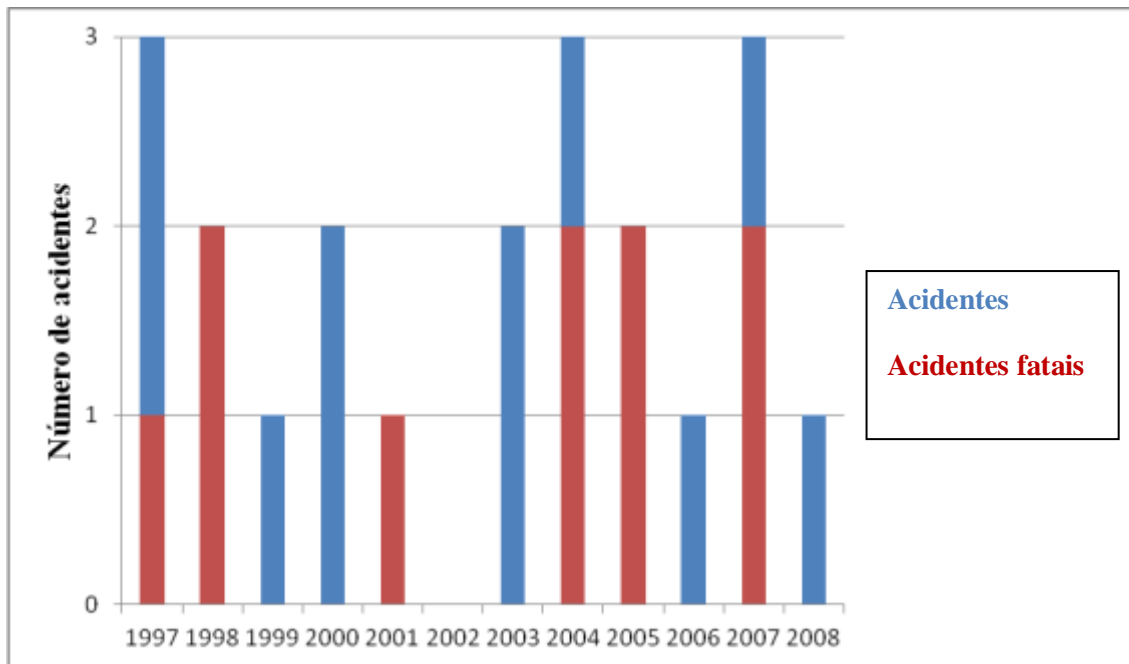


Figura 5- Acidentes envolvendo aeronaves de segurança pública e defesa civil II.

Fonte: CENIPA/GGAP ANAC, 2008.

O percentual de acidentes de aeronaves de segurança pública em relação ao total de acidentes com aeronaves de asa rotativa pode ser visto no gráfico da figura 6.

A participação é também reflexo do perfil das operações de segurança pública, o registro aéreo brasileiro já supera 12000 aeronaves de todos os tipos (ANAC, 2009), enquanto a frota policial mal ultrapassa uma centena.

Percebe-se que mais de 10% do total dos acidentes com aeronaves de asas rotativas ocorre na frota de segurança pública, com picos de até 18%, mantendo média acima de 12% no triênio 2003/2005.

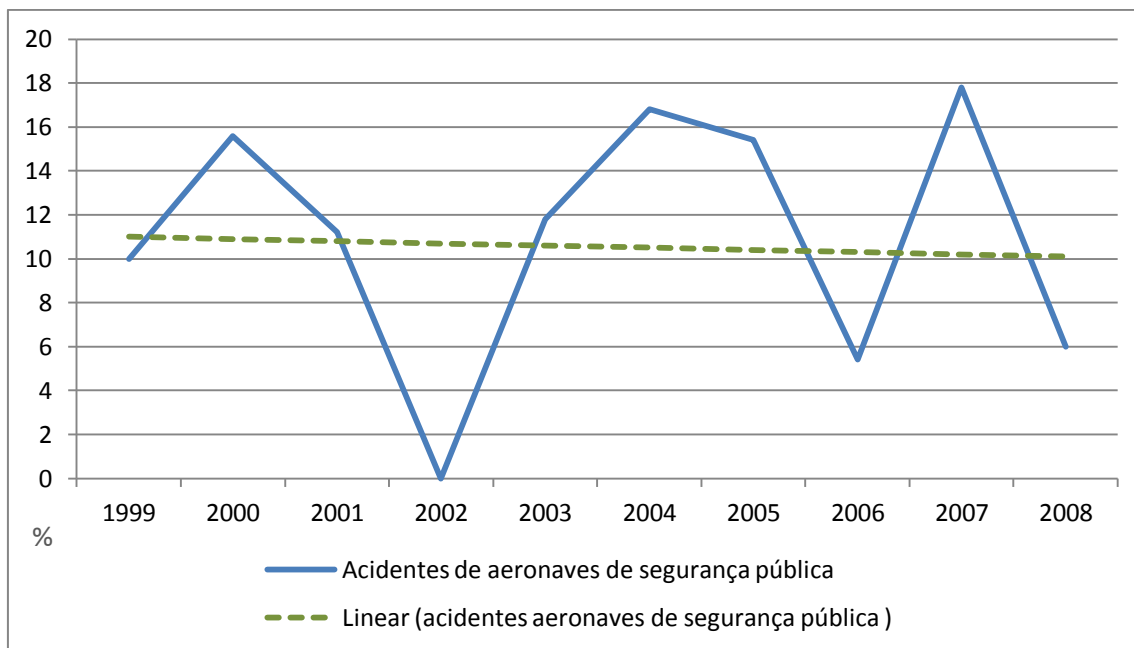


Figura 6- Acidentes envolvendo aeronaves de segurança pública e defesa civil III.

Fonte: CENIPA/GGAP ANAC, 2008.

Em nossa unidade federativa, o Distrito Federal, a atividade policial apresentou os acidentes a seguir uma breve descrição.

A PCDF no ano de 1998 teve um acidente que a obrigou a recuperar sua aeronave com a alteração de modelo de esquilo HB350 B para BA (JHELICÓPTERO, 2010) e novamente acidentou-se com esta mesma aeronave no ano de 2009 (ANAC, 2009).

O CBMDF sofreu em agosto de 2008 um acidente com perda total do seu helicóptero e a morte de três dos quatro tripulantes (G1.GLOBO, 2007).

A PMDF coube a aeronave mais nova, cuja matrícula era PP FSP (SANTIAGO, 2002) e após 12 anos de operação sem acidentes optou por realizar no ano de 2009 uma atualização tecnológica pioneira no Brasil de sua aeronave de esquilo HB 350 B para B2.

O abastecimento de uma aeronave policial geralmente é feito seguindo um padrão ou atende ao planejamento das missões, posto que em virtude do peso conduzido em equipamentos, ou passageiros é preciso equacionar o problema não decolando sempre com a capacidade total de combustível e consequentemente autonomia máxima.

Destacamos ainda com relação ao abastecimento e a autonomia relatada no manual da aeronave é de 3 horas e 20 minutos, para qualquer que seja o modelo de esquilo, esta se refere a 100% de combustível, o que não ocorre sempre, especialmente em missões operacionais nas quais para garantir a melhor capacidade de manobras às aeronaves estas são abastecidas com menos combustível.

A operação policial no Distrito Federal teve início na secretaria de estado de segurança pública em 1986 com duas aeronaves que se ocupavam de ampla gama de missões de segurança pública e defesa civil, em 1991 foi adquirida a terceira aeronave da frota, matrícula PP FSP destinada a serviço de transporte de autoridades e Dignitários (SANTIAGO, 2002).

Ao ser extinta a SCHELL conforme abordado no item 2.1 a PMDF recebeu a aeronave mais nova cuja atividade não coincidia com as missões, restringindo-se a servir de transporte aéreo ao governador e autoridades correlatas. (SANTIAGO, 2002).

## **2.4 dinâmica operacional**

A eletricidade estática é um assunto relevante em aviação, a preocupação é relatada nos anexos da ICAO, especificamente o número 3 da convenção dos países membros , intitulado *Meteorological Service for International Air Navigation* e requer que as aeronaves disponham de meios para a tripulação lidar de modo a evitá-la (ICAO, 1949).

O fenômeno que segundo o estudo físico da eletricidade decorre de comportamento em nível sub-atômico do desequilíbrio entre a quantidade de elétrons comparativamente aos prótons, que gera cargas negativas ou positivas em relação à carga elétrica dos núcleos dos átomos. Há diversos fatores contribuintes para geração de eletricidade estática em operações com helicópteros, por exemplo o clima seco, comum no DF e o tempo de voo, vide a necessidade de aterramento por ocasião do abastecimento. Para operações com carga externa a eletricidade estática é um fator a ser avaliado para as providências que podem ser preconizadas por fabricantes ou autoridades aeronáuticas.

Operações com cargas externas a baixa altura são realizadas basicamente dentro da área proibida no diagrama Altura / Velocidade (curva do homem-morto), em caso de necessidade de alijar a carga inerte o cuidado com o ponto de impacto e danos à carga são as

maiores preocupações, porém com carga viva as preocupações não se resumem ao considerado no primeiro caso.

O Rappel visto na figura 7, é uma técnica descida vertical utilizada no montanhismo e adaptada a operação com helicópteros para infiltração e desembarque de pessoal especializado, por intermédio de uma corda simples ou dupla passada por um dispositivo especial de fricção.



Figura 7- Rappel em equipe no UH-60 Black Hawk.

A operação tipo Mc Guire é uma variação de carga externa com pessoas. Diferentemente da descida de Rappel, existe o deslocamento horizontal do helicóptero com pessoas fora da aeronave, onde a distância entre as pessoas transportadas e a fuselagem não muda, utilizada em extração de pessoal especializado preso a um ponto fixo da corda.

Gomes (2011) relata que esta técnica originou-se do nome de um militar americano, que, durante a guerra do Vietnã, desenvolveu a manobra, retirando militares em locais impraticáveis ao pouso em florestas, por intermédio de cordas fixadas no helicóptero. Na

figura 8, a seguir vemos um caso real atendido pelo serviço aéreo da PMSC onde se utilizou da técnica criada e adotada no conflito no sudeste asiático.



FIGURA 8- Mc Guire em acidente da construção civil em Joinville – SC.

FONTE: Pilotopolicial.com, 2011.

Diversos são os fatores de limitação de velocidade à frente na condução de carga externa por helicópteros, a saber, limite de força aplicável nos pontos de ancoragem, limitação de altitude, limitação estrutural, limite de PMC, saturação de aplicação de comandos (Cicolani, 2002).

A operação segura de um helicóptero somente é possível se considerada a possibilidade de falha, o que requer da tripulação consciência situacional para identificar a pane e treinamento em emergências para agir conforme esperado.

Estudo acerca da confiabilidade de equipamentos após mais de trinta anos apontam que 17% das interrupções em produções e qualidades de produtos são decorrentes de problemas de manutenção. Os 83% restantes estão totalmente fora da responsabilidade da manutenção tradicional (MOBLEY, 2002).

Segundo Moubray (2002) tradicionalmente a abordagem dos programas de manutenção preventiva baseava-se no conceito de que toda peça de um equipamento

complexo possui tempo de vida determinado, a cada ciclo completo uma revisão é necessária para garantir sua operação confiável.

Para Mobley (2002) é premissa básica da manutenção baseada na confiabilidade de que todas as máquinas devem falhar e que todas têm vida útil limitada, mas se um equipamento é desenhado, instalado, operado e bem mantido este não falhará e sua vida útil será praticamente infinita.

O *Mean-time-to-failure* ou “curva da banheira” mostra a grande probabilidade de falha por instalação no início de operação de uma aeronave nova, após isso a probabilidade de falha decresce e se mantém assim pela maior parte da vida útil do equipamento e por fim torna a crescer de maneira crítica ao fim da vida operacional por ser presumível a degradação da máquina. Na figura 9 temos o gráfico da “curva da banheira” é possível visualizar o ciclo de operação desde sua entrada em serviço até o fim de sua “vida útil”.

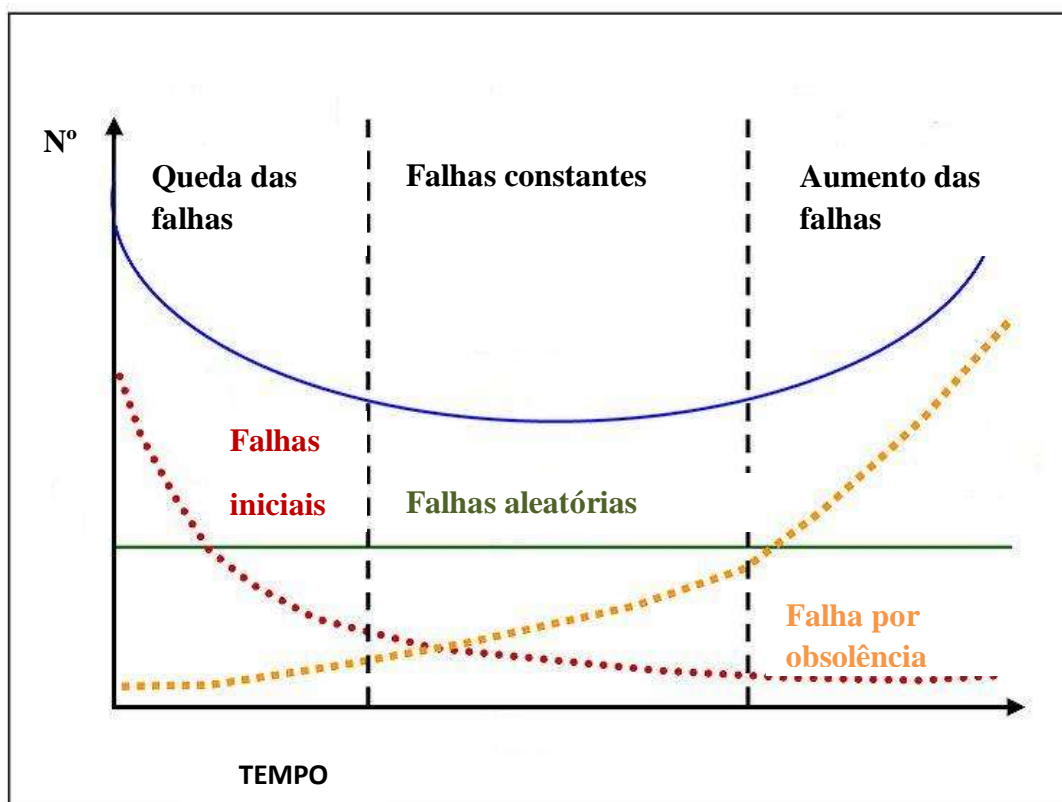


Figura 9- Gráfico curva da banheira adaptado de Mobley (2002).

Diante da probabilidade de uma falha temos o caso crítico de apagamento (*flame out*) do motor de um helicóptero um dos conceitos mais fundamentais da operação de aeronaves de asas rotativas é a autorrotação. A descrição física do evento resume-se à conversão de energia cinética e potencial gravitacional em força motriz para manter girando as asas rotativas para o pouso em emergência. Trata-se de um procedimento no qual o rotor principal se desacopla do eixo motor por intermédio de uma roda livre (*free wheel*) que funciona baseada no mesmo princípio da catraca de bicicleta com giro livre sem tração. Este desacoplamento permite que ao realizar a descida o fluxo de ar que passa pelas pás dos rotores mantendo a rotação garantindo uma rotação suficiente para a realização de um pouso seguro.

A manobra de autorrotação somente pode ser realizada se houver o fiel cumprimento de um gráfico contido no manual de qualquer helicóptero homologado, leva-se em consideração fatores como densidade e temperatura atmosférica (as quais não se pode interferir) e a que o piloto pode interferir, velocidade e altura, que são as premissas básicas do gráfico denominado vulgarmente “curva do homem-morto”. Na figura 10 temos uma breve descrição das condições que devem ser mantida em voo para permitir uma operação segura e viabilizar um pouso em emergência realizando uma autorrotação.

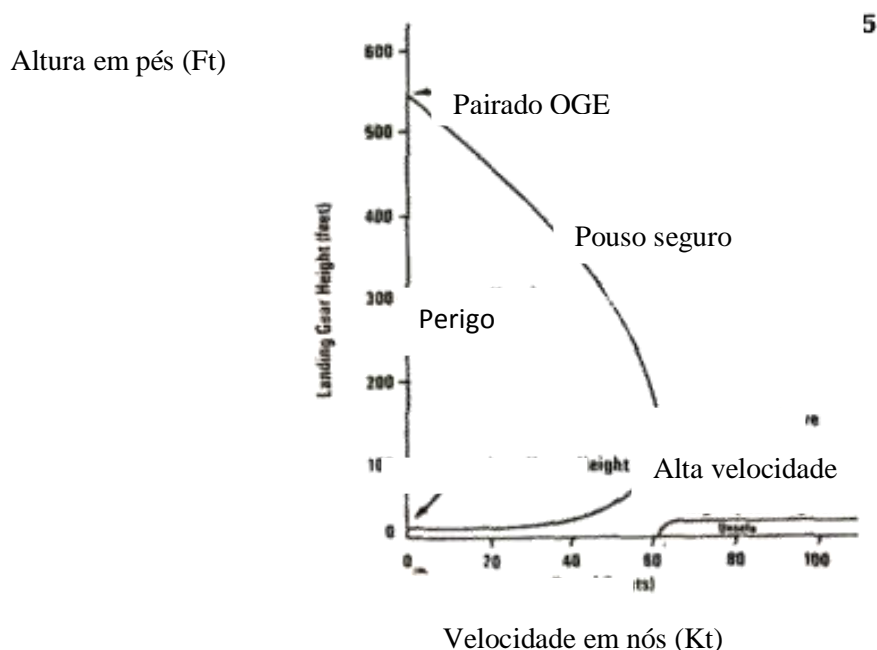


Figura 10- Diagrama Altura / Velocidade.

Tecnicamente denominada de diagrama Altura X Velocidade. Fora da área a ser evitada, o piloto deverá ser capaz de efetuar uma autorrotação com sucesso, considerando



haver disponível uma área de pouso. Dentro da área do gráfico a ser evitada, mesmo com todos os pré-requisitos descritos anteriormente, sérios danos poderão ser causados à aeronave e seus ocupantes, no caso de uma autorrotação.

Quando se trata especificamente de carga externa devemos considerar alguns fatores tais como o passeio do CG e o momento resultante. O peso e balanceamento da aeronave são avaliados por ocasião dos procedimentos anteriores a decolagem, Não importa só o PMD, é necessária a distribuição da carga segundo o manual.

Problemas de peso e balanceamento são baseados na lei física de alavancas, esta preconiza que uma alavanca está balanceada quando o peso de um lado do ponto de apoio, multiplicado pelo seu braço for igual ao peso do lado oposto multiplicado pelo seu braço, ou seja, quando a soma vetorial dos momentos em torno do ponto de apoio for nula (BRASIL, 1999).

A fim de obter boas características de voo, segurança e desempenho, o emprego da aeronave deve ser realizado com o peso e o centro de gravidade (CG) dentro do limite operacional aprovado. O centro de massa, comumente denominado centro de gravidade ou baricentro é o ponto onde é possível considerar a aplicação da força gravitacional do corpo considerado.

Precipuamente balanceamento e controle do PMD das aeronaves é a segurança e secundariamente decorre uma maior eficiência aerodinâmica. O carregamento não apropriado torna ineficiente a aeronave principalmente em relação à manobrabilidade e desempenho, disto pode decorrer desde um motivo legal ou operacional para interrupção do voo ou resultado catastrófico (BRASIL, 1999).

A operação com carga externa requer especial atenção por parte do comandante da aeronave referente às cargas a serem transportadas, sua distribuição ao longo do eixo longitudinal (eixo x) e as implicações de seu desligamento da sustentação nas operações de Rappel, Mc Guire ou ainda quando um tripulante se desliga da aeronave soltando-se dela ou saltando.

Durante as operações que tratamos o helicóptero está sujeito à oscilação, estas ocorrem em virtude das forças que agem na carga externa, potencializada pelas medidas e características de composição do cabo de sustentação.

Conforme Hallidays (2001) ao descrever movimentos oscilatórios com intervalos regulares a física emprega o Movimento Harmônico Simples (MHS), trata-se de um modelo para descrever qualquer movimento repetitivo com intervalos regulares, movendo-se ao longo do eixo longitudinal para frente e para trás em relação ao ponto de origem em um sistema oscilatório simples. O MHS é executado por uma partícula de massa  $m$  sujeita a uma força proporcional ao deslocamento com o sinal oposto. Ao saber a variação da aceleração da partícula no tempo, usa-se a segunda lei de Newton para descobrir qual força deve agir na partícula para causar aquela aceleração. A expressão abaixo descreve a força para o MHS.

$$F = -(m\omega^2)x$$

- $F$  é a força do movimento harmônico simples
- $\omega$  (letra grega ômega) é a frequência angular
- $x$  é a medida linear do deslocamento do corpo
- $m$  a massa do corpo

A frequência de um movimento periódico é o inverso do período, a frequência representa o número de vezes que o móvel passa por um mesmo ponto da trajetória em uma unidade de tempo sendo lhe inversamente proporcional.

Ainda considerando fatores de carga externa em helicópteros há um fenômeno que ocorre denominado pêndulo, seus efeitos influenciam e afetam as qualidades de *handling* da aeronave.

Para fins de esclarecimento do fenômeno temos que um pêndulo simples é um corpo ideal que suspenso por um fio inextensível e de massa desprezível, quando afastado de sua posição de equilíbrio e a fora que o afastou deixa de agir o pêndulo oscila em um plano vertical sob a ação da gravidade; o movimento é periódico e oscilatório, é possível, portanto determinar o período (USP, 2009).

O caminho percorrido pelo corpo suspenso chama-se arco. O período de oscilação denomina-se  $T$  e é o tempo necessário para que o corpo passe duas vezes consecutivamente pelo mesmo ponto, deslocando-se na mesma direção. O pêndulo descreve uma trajetória circular de raio  $L$  como vemos na figura 11.

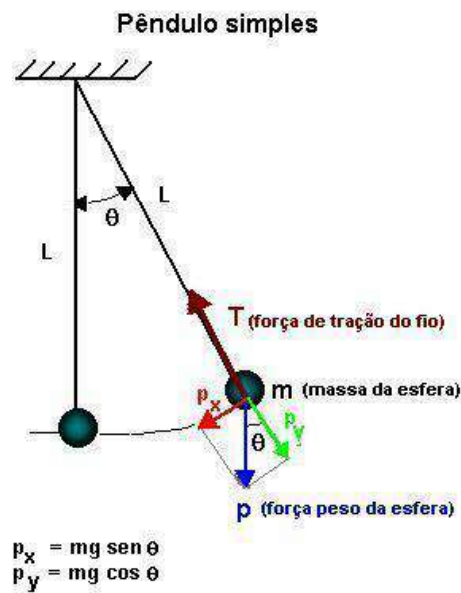


Figura 11 - Esquema de um pêndulo simples.

Para compreensão do efeito elástico dos tirantes da carga é preciso a descrição do sistema massa-mola. Este sistema consiste em um corpo com massa **m**, preso por uma extremidade a uma mola com constante de deformação **k**, e a outra extremidade liga-se a um ponto fixo. Neste sistema há um ponto de equilíbrio denominado de ponto 0 (zero) ao sair do aludido ponto 0, atua uma força restauradora: **F = -kX**, para trazê-lo de volta ao equilíbrio. Conforme verificamos na figura 12 abaixo a posição **-Xm** representa a mola sob compressão e **+Xm** representa a mola na condição estendida.

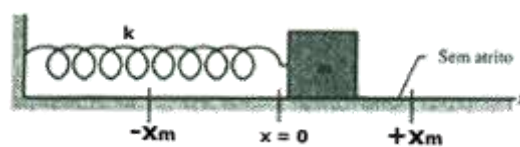


Figura 12 - Sistema Massa-Mola.

Ao afastar-se o corpo de massa da posição de equilíbrio, a força restauradora cresce diretamente proporcional, ao empurrarmos da direita para a esquerda da posição 0, uma força de sentido contrário e proporcional ao deslocamento **X** se opõe buscando restabelecer o equilíbrio do sistema.

Outro fenômeno físico a ser considerado para compreensão da dinâmica de operações aéreas com cargas externas é o movimento circular, neste temos que a força centrípeta é a resultante que trás o corpo suspenso para o centro da trajetória em movimento curvilíneo ou circular. Quando em movimento retilíneo uniforme (MRU) a velocidade modular é constante, no entanto um corpo com deslocamento de trajetória em um arco de raio “R”, com o valor da velocidade constante “v”, apresenta variação na direção do MRU.

Por ser a velocidade é um vetor de módulo, direção e sentido, qualquer variação na direção resulta em uma mudança no vetor velocidade. A mudança na velocidade decorre da aceleração centrípeta ( $a_c$ ), a força centrípeta “ $F_c$ ” é obtida multiplicando-se a aceleração centrípeta pela massa do corpo que descreve a trajetória em movimento circular uniforme (MCU) (BEATRIZ ALVARENGA, 2001 ).

$$a_c = \frac{v^2}{R} \qquad F_c = \frac{v^2}{R} m$$

Ao analisarmos a equação do MCU é possível intuirmos que a velocidade é a variável mais significativa para uma aeronave com carga externa descrevendo uma manobra em círculo, já que esta varia ao quadrado, ainda descrevendo a equação temos que a massa é diretamente proporcional e o comprimento do cabo de condução da carga, ora representado como o raio da circunferência imaginária é inversamente proporcional à força.

### **3. PROCEDIMENTO DE PESQUISA**

Neste capítulo será tratado o conjunto de informações colhidas na pesquisa alinhando a revisão teórica com os dados obtidos com a aplicação do questionário exploratório. Ao arcabouço de informações proceder-se-á a análise por intermédio de gráficos, quadros e com considerações do que é possível inferir para embasar as conclusões do trabalho.

A amostra utilizada foi do tipo não-probabilística intencional, buscando representatividade no serviço aéreo pesquisado em relação ao serviço utilizado, tempo de atividade operacional e vivência profissional dos pesquisados.

Para a pesquisa conduzida por intermédio de questionários exploratórios foram aplicados sendo distribuídos nas instalações do BAvOp 26 questionários contendo 10 questões e foram respondentes 09 comandantes, 06 co-pilotos e 10 tripulantes, um comandante de aeronave se qualificou nas duas perguntas iniciais, mas não respondeu às questões seguintes, foi descartado totalmente e disto resultaram 25 questionários válidos.

Os respondentes receberam os questionários sem tempo determinado para devolução e os responderam individualmente sem a presença dos aplicadores, restituindo-os posteriormente ao chefe da Seção de Operações para recolhimento pelos pesquisadores. Desta forma foram submetidos ao instrumento de pesquisa principal deste trabalho todos os componentes disponíveis do BAvOp e ainda os pilotos que estão na ativa a exceção de três.

As questões se dispõem no questionário exploratório em questões se subdividem em grupos: 1 e 2 qualificadoras; 3 Formação técnica nas manobras; 4 normatização das manobras, 5 e 6 volume de treinamento das manobras; 7 disponibilidade dos EPIs; 8,9 e 10 percepção da segurança das operações. Havia 5 opções de resposta com o gradiente variando de discordo totalmente até concordo totalmente conforme apêndice desta monografia.

### 3.1 Análises dos dados obtidos

Os dados obtidos podem ser divididos em duas partes distintas, a primeira refere-se aos dados obtidos em relação aos três segmentos de policiais segundo suas funções para a partir de suas percepções avaliar a pertinência dos dados obtidos e a segunda faz considerações a toda amostra recolhida aos dados obtidos. No que tange a primeira parte os dados podem ser considerados conforme se segue:

Os co-pilotos são um total de seis os elementos componentes deste segmento, destes cinco tiveram sua atividade aérea iniciada há no máximo dez anos e apenas **um** possui entre onze e quinze. Em relação à confecção de RELPREVs no ano de 2011 apenas **um** co-piloto utilizou este instrumento de prevenção e do segmento há **uma exceção**, cinco dos seis concordam total ou parcialmente com a segurança com que se desenvolvem as manobras de Rappel e Mc Guire pelo BAvOp, o co-piloto dissonante discorda parcialmente da segurança com que são realizadas as manobras.

Os tripulantes operacionais formam o grupo mais numeroso da amostra perfazendo um total de dez, dos quais um deles tem entre onze e quinze anos de experiência na atividade aérea e os outros nove têm até dez anos. Deste segmento sete concordam total ou parcialmente com a formação técnica; seis concordam com a normatização das manobras; oito consideram satisfatórios os EPIs; todos concordam com a segurança com que são executadas as manobras; apenas um confeccionou RELPREVs em 2011, e nove nunca fizeram ou não se recordam de haverem feito RELPREVs envolvendo técnicas verticais.

Em relação aos comandantes de aeronave três deles têm até dez anos e seis têm de onze a quinze anos de atividade aérea; três discordam com a formação técnica e seis concordam; sete concordam com a normatização e dois não; em relação aos EPIs cinco concordam totalmente, dois parcialmente e dois discordam parcialmente, a opinião do comandante é fundamental neste tópico pela maior carga técnica contida. Em relação à segurança das manobras há total confiança por parte dos comandantes; dois fizeram RELPREVs este ano e sete não; ainda especificamente quanto aos RELPREVs das manobras de Rappel e Mc Guire dois comandantes fizeram ou mais RELPREVs sobre as manobras, dois não se recordam e cinco nunca fizeram RELPREVs sobre as manobras.

As perguntas foram compreendidas como: 1 e 2 qualificadoras; 3 Formação técnica nas manobras; 4 normatização das manobras, 5 e 6 volume de treinamento das manobras; 7 disponibilidade dos EPIs; 8,9 e 10 percepção da segurança das operações.

Para melhor visualização dos dados obtidos as figuras 13 e 14 trazem os gráficos referente às questões 1 e 2, que são qualificadoras da amostra apresentam a divisão quantitativa do tempo de serviço e das funções desempenhadas na atividade aérea dos policiais militares incumbido de funções especializadas no serviço aéreo prestado pelo BAvOp.

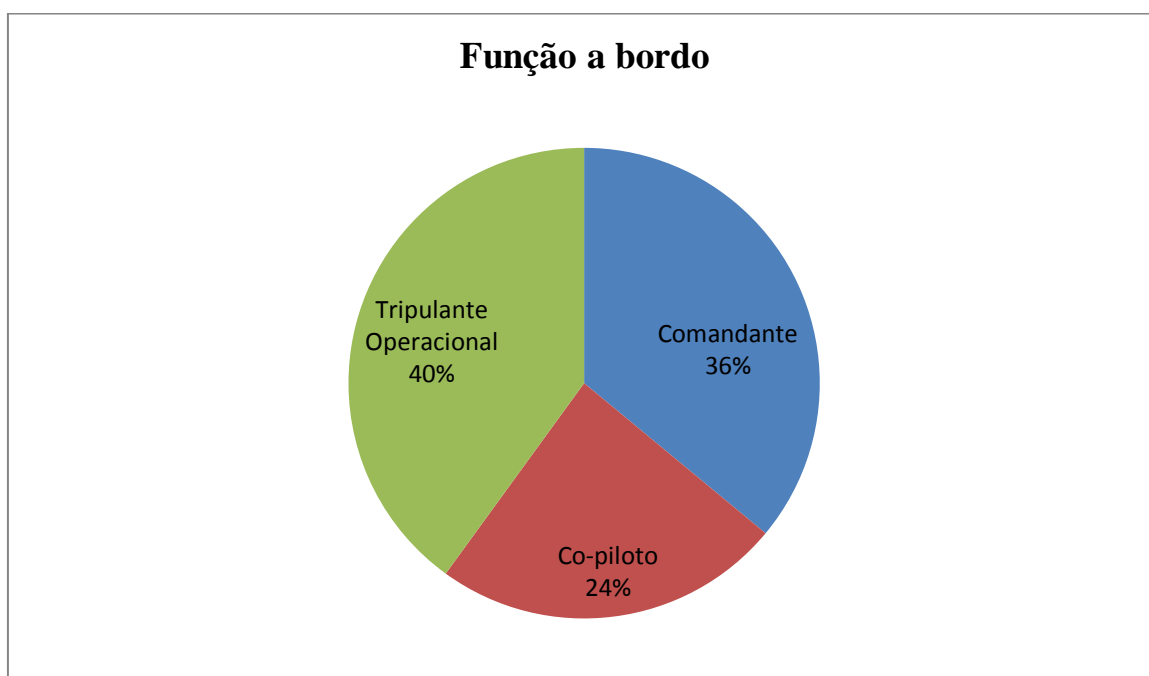


Figura 13- Qualificação de tripulantes por função a bordo.

Percebe-se haver um equilíbrio relativo entre as funções de comandante e tripulantes operacionais e uma menor presença de co-pilotos, cumpre ressaltar que a pesquisa por intermédio de visita às instalações identificou que há três elementos deste último segmento que são militares de outras corporações e encontram-se em acordo de cooperação técnica, portanto não compõe o efetivo do BAvOp.

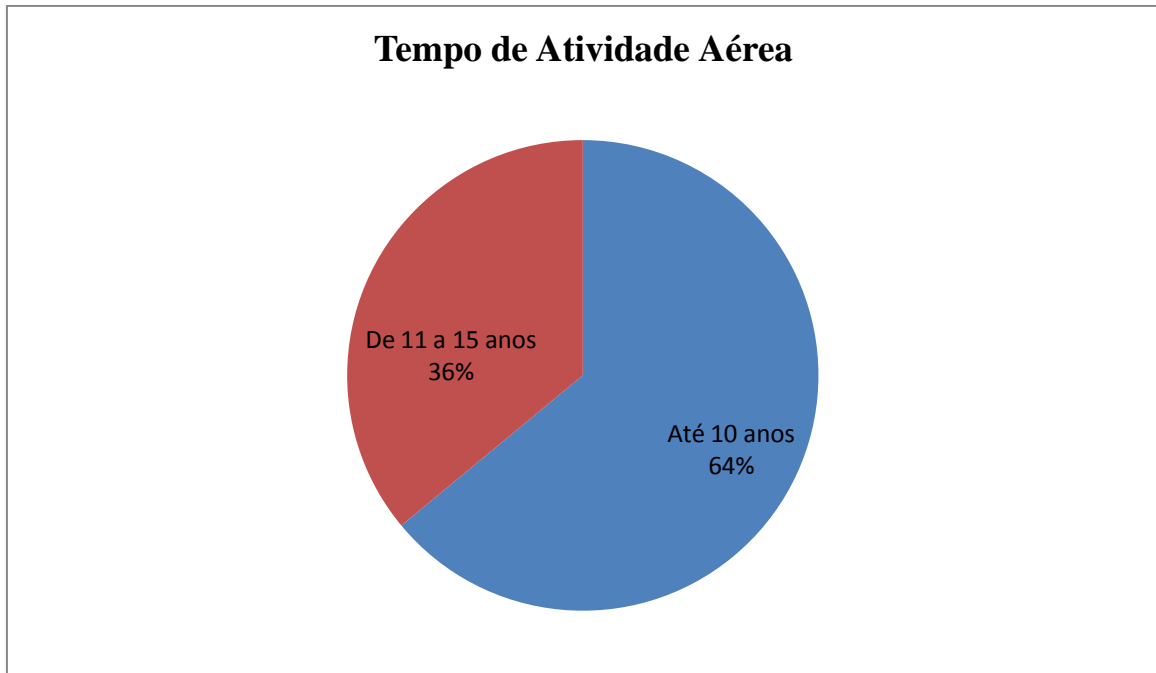


Figura 14- Qualificação de tripulantes por tempo de atividade aérea.

O gráfico acima indica que uma falta de diversificação no tempo de atividade aérea, pois apesar de haverem quatro faixas de possibilidades para o tempo de atividade aérea há uma concentração exclusiva ao máximo de 15 anos de serviço, já que 16 possuem até dez anos de atividade aérea e nove possuem mais de onze e menos de quinze anos.

O gráfico referente à maneira como a tripulação percebe a normatização das manobras por parte do BAvOp demonstra bastante variação no julgamento do item, como fica evidenciado na figura 15 a seguir. A normatização da rotina das manobras é usualmente feita em concordância com os *Standard Operational Procedure* (SOP) denominados Procedimento Operacional Padrão (POP). É possível perceber que a rotina da operação determina o procedimento, pois não há um POP, formalmente estabelecido que estabeleça como se processam as manobras.

Mais adiante será comparada esta questão com a questão número 8 onde se percebe a uniformidade na percepção da segurança na execução das manobras em oposição a ausência de normatização interna.



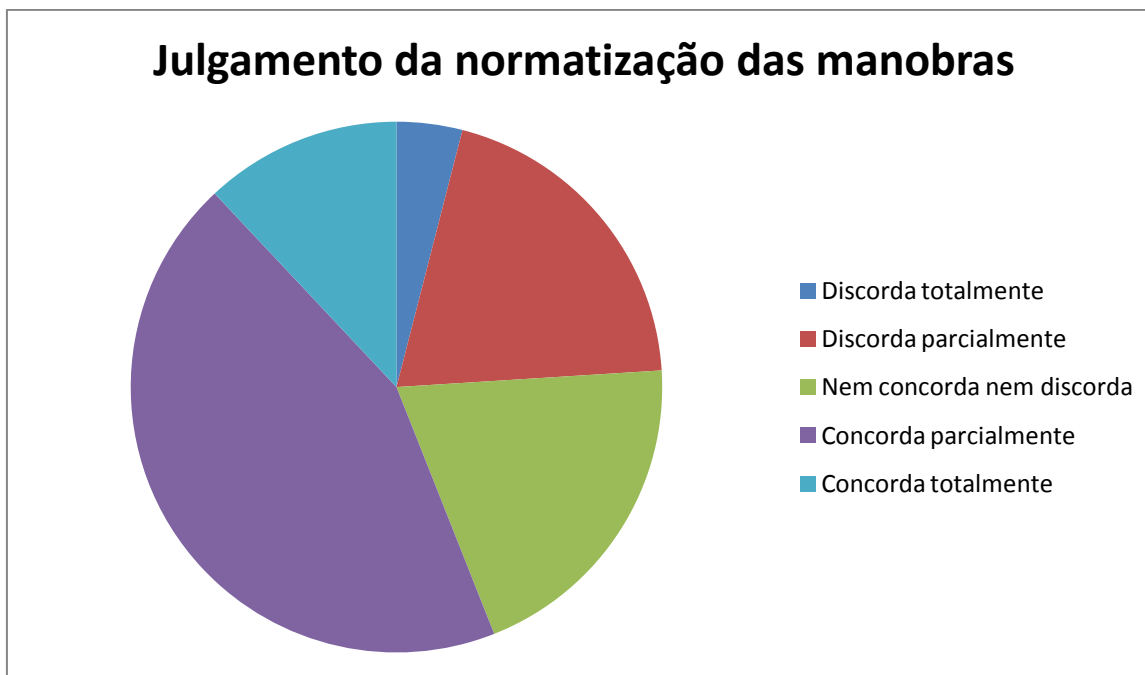


Figura 15- Normatização das manobras.

Há por parte da amostra uma concordância em julgar insuficiente a frequência e a quantidade de horas utilizadas para instruções das manobras, concernente às questões de número 5 e 6 o que se mostra congruente com os dados obtidos na questão número 3 onde quinze entrevistados (60%) concordam total ou parcialmente com a suficiência da formação técnica (especialização) dos policiais.

A percepção da disponibilidade dos equipamentos de proteção individual (EPI) conforme a figura 16 abaixo aponta para uma concordância da maioria na suficiência do recurso material. Os tripulantes operacionais, que são os usuários com condição operacional mais crítica em relação aos EPIs para as manobras de Rappel e Mc Guire, em sua maioria (80%) julgam que tais recursos materiais EPIs possuem boa disponibilidade e são suficiente, tal assertiva é ratificada pela não confecção de RELPREVs para abordar o assunto e também pela condição verificada nas visitas ao BAvOp.

Não ocorre a mesma padronização de respostas não ocorre com os comandantes onde cinco concordam totalmente, dois parcialmente e dois discordam parcialmente com a afirmativa de que os equipamentos são suficientes para a realização das manobras.

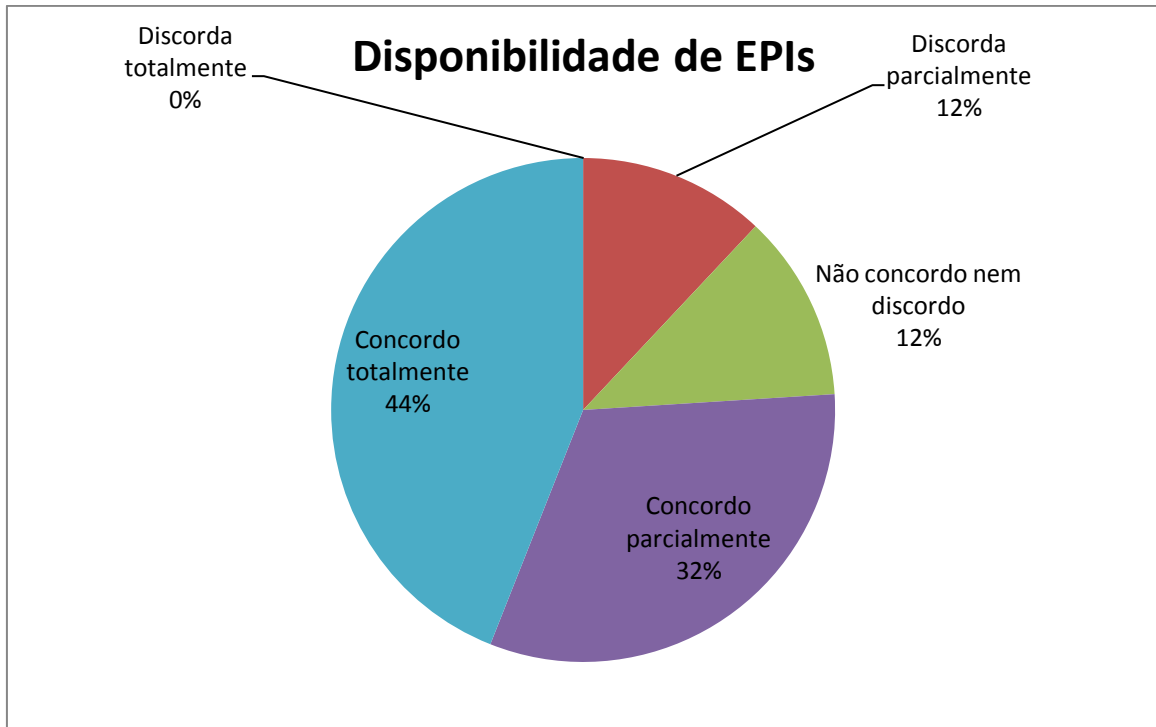


Figura 16- Percepção da disponibilidade de EPIs no BAvOp.

A seguir temos os gráficos apresentados nas figuras 17 e 18, que abordam a questão do uso do Relatório de Prevenção, em caráter geral no ano de 2011 e especificamente para operações envolvendo técnicas verticais (estas se relacionam diretamente com as manobras visadas pela pesquisa).

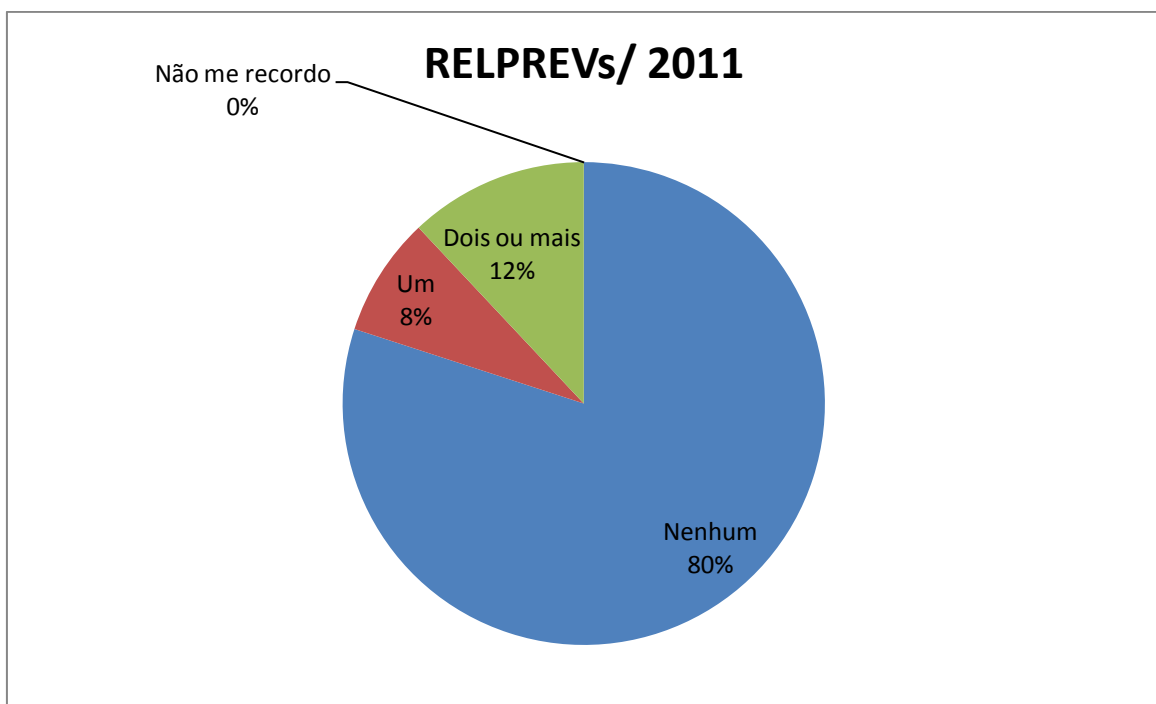


Figura17- RELPREVs confeccionados em 2011.

Os números apresentados pelos gráficos apontam uma tendência a desconsiderar o uso do instrumento Relatório de prevenção, o que evidencia um descrédito por parte da tripulação em utilizá-lo para o fim a que se presta, visto na figura 18, que se segue.

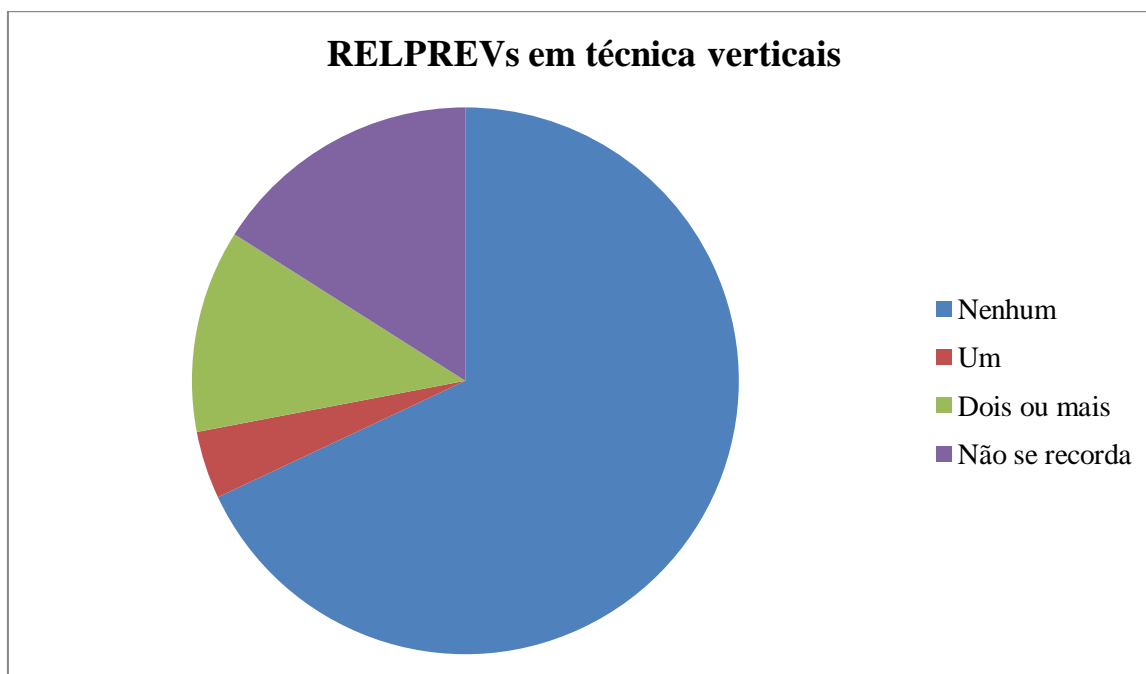


Figura 18- RELPREVs referentes a técnicas verticais.

Propositadamente é feita por último a abordagem da questão pertinente à percepção individual da tripulação quanto às manobras de Rappel e Mc Guire. Os segmentos demonstram uma alta confiança na execução das manobras o que pode ser corroborado também pelo baixo índice de emissão de RELPREVs. A tabela 1 abaixo indica pelos segmentos operacionais a percepção da segurança na execução das manobras.

Grau de aceitação	SEGMENTO OPERACIONAL		
	Comandante	Co-piloto	Tripulante Operacional
Discordo totalmente	—	01	—
Discordo parcialmente	—	—	—
Indiferente	—	—	—
Concordo parcialmente	—	02	—
Concordo totalmente	09	03	10
Total		25	

Tabela 1- Percepção da segurança de voo nas manobras por segmento operacional.

O que se pode inferir comparando a uniformidade dos dados da tabela acima referentes à questão 8 com a variação da questão número 4, que trata da normatização da manobras, que há discrepância, sendo, portanto incongruente a crença na segurança da manobra se pouco há de formalmente normatizado.

Esta situação possivelmente decorre da confiança na padronização informal das tripulações, que ao longo de aproximadamente quinze anos e mais de 8400 horas em missão governamental, das quais, 6900 horas-de-voo em missão como helicóptero da PMDF, foi suficiente para, apoiada no considerável grau de profissionalismo e a normatização consuetudinária, evitar acidentes em todo tipo de manobra e especialmente as abordadas nesta pesquisa.

### 3.2 Práticas bem sucedidas

Conforme Gomes (2011), Polícia Militar do Estado de São Paulo aprimorou a técnica de Mc Guire adaptando-a a realidade do seu Grupamento Aéreo, denominou-a de **Mc Guire com exfiltração pelo gancho**. Essa técnica foi desenvolvida por tripulantes operacionais e pilotos e após debates técnicos e testes foi adotado como procedimento operacional padrão.

Consiste em lançar dois tripulantes operacionais utilizando o Rappel para acessar o local (infiltração), e para exfiltrá-los, içar e deslocar esses tripulantes pelas cordas com o Mc Guire. A adaptação é o acoplamento de todo conjunto de cablagem além das ancoragens usuais do piso também no gancho da aeronave.

As cordas passam por dentro dos esquis ao invés de passarem por cima (por fora) e têm seu ponto de fixação denominado “ponto bomba” no gancho da aeronave, e este suporta o esforço como uma operação com carga externa pelo gancho. Para essa técnica, o mais importante é o tipo de ancoragem realizada no gancho da aeronave, pois é ele que suportará a carga e minimizará o pêndulo; maior preocupação desta operação. O resultado é que com as cordas ancoradas no gancho a força a ser exercida estará no centro de massa do helicóptero (vulgarmente denominado centro de gravidade, CG), melhorando o desempenho e facilitando as manobras realizadas pelo piloto, reduzindo o efeito pêndulo.

Este tipo de sistema foi realizado com ancoragem feita em cabos de aço distribuída conforme verificamos na figura 19 “a” e “b” logo abaixo.

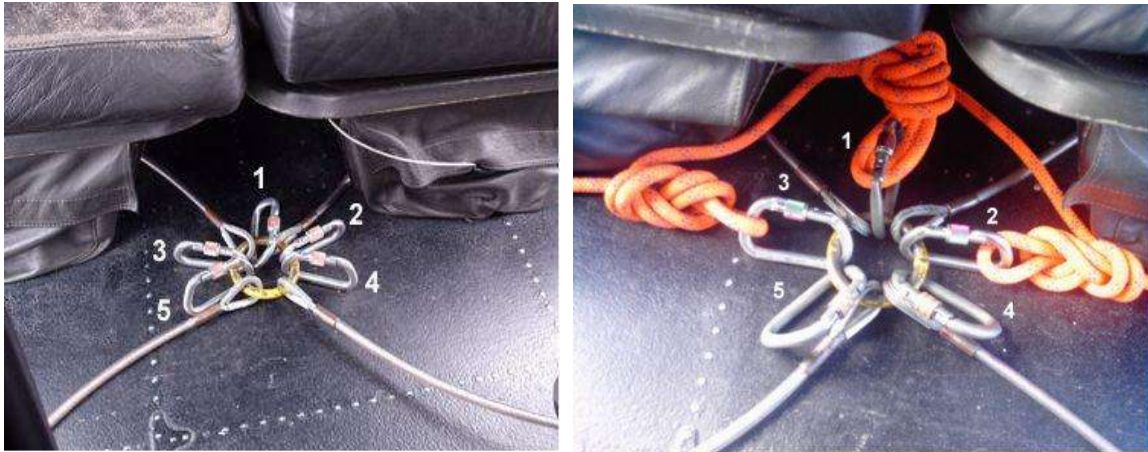


Figura 19- a) Mosquetões de aço

b) Mosquetão/ permeio da Corda.

Na figura 20 é possível observar-se a configuração elusiva deixada pelo baixo perfil dos cabos junto à carenagem ventral da aeronave.



Figura 20- Ancoragem e ponto bomba no *cargo hoist*.

Os Mosquetões 02 (dois) e 03 (três) são fixados às cordas de *back up* do Mc Guire, depois de fixadas, deverá ser feita uma medida de tamanho condizente para fazer a conexão no gancho da aeronave, sendo utilizado um mosquetão de aço para cada corda, lembrando que as travas de rosca destes devem estar em direções opostas entre si, para que eles, com o atrito, não venham a abrir, conforme figura 21 “a” e “b” a seguir.



Figura 21- a) Cablagem fixada.

b) cabos a bordo

Após fixar no gancho o "vivo" de cada corda é preciso voltar ao sistema de bordo para a amarração do Rappel. As cordas do Rappel deverão ser fixadas nos mosquetões 04 (quatro) e 05 (cinco). O sistema é montado como na figura acima, após a realização do Rappel, o lançador deve retirar as cordas que foram utilizadas para a descida, desfazer os nós e liberá-las entre os esquis para que possam ficar no sistema de "Mc Guire" pelo gancho e realizá-lo, conforme fotos abaixo contidas nas figuras 22 "a", "b" e "c".



Figura 22- a) Carga presa. b) Mc Guire tensionado

c) Mc Guire real 2007.

A seguir temos a figura 23, esta mostra a amarração do MC Guire com o Tripulante lançador à porta visualizando a carga para reportar ao comandante qualquer alteração significativa; com os cabos tensionados é possível perceber os cabos passando por dentro dos esquis de pouso e o ponto de esforço no gancho.





Figura 23- Mc Guire com exfiltração pelo gancho.

#### **4. DIRETRIZES PARA MELHORIA DA SEGURANÇA DE VOO**

Como consequência do presente trabalho resulta uma lista de diretrizes, estas requerem tratamento especializado, sob a ótica da segurança de voo e por elementos credenciados e acreditados junto ao SIPAER. O processamento sistematizado de tais informações pode trazer discussões de estabelecimento de padrões operacionais referentes a cada missão e suas peculiaridades.

É possível apontar para a necessidade de formação continuada de um plantel de pilotos e tripulantes operacionais para se desfazer a tendência instalada de envelhecimento e falta de renovação apontados pelas questões qualificadoras da amostra onde havia uma baixa variação, com uma moda estatística polarizadora. O desequilíbrio entre os segmentos, notadamente os co-pilotos, que deveriam ser em número maior ou similar ao de comandantes, aponta a uma conjuntura em que a necessidade em acelerar a formação técnica destes para assumir a função em descompasso com a reposição de alguém para substituí-lo na função.

É recomendável uma campanha de esclarecimento, valorização e incentivo à tripulação para a confecção do Relatório de Prevenção, muito pouco valorizado e utilizado, este instrumento é um efetivo meio de difusão de equívoco e discrepâncias, sua baixa produção, constatada na pesquisa, antes de indicar um ambiente onde pouco se erra, pode ser um indício de que há pouco interesse com o caráter preventivo da segurança de voo.

Em que pese o alto grau de profissionalismo, demonstrado de modo inequívoco pela ausência de acidentes no histórico operacional do BAvOp, mesmo com a gama de missões desenvolvidas é altamente recomendável a normatização formal das manobras de Rappel e Mc Guire. Tal providência administrativa ativa os canais formais e informais que permeiam a segurança de voo para alinhar-se à legislação nacional e a praxe preconizada pela ICAO de incentivo aos SOP, comumente adotada pelos operadores policiais brasileiros ao estabelecerem procedimentos operacionais padrão (POP).

Como direcionamento para este POP convém Tomar a IAC 3515 como fundamento para as manobras de Rappel e Mc Guire aponta-se precipuamente do seu conteúdo:

- Limitar o PMD máximo de 90% na configuração com carga externa;
- Deverá haver uma forma rápida de alijar a carga;



- Realizar o Rappel somente no pairado;
- Cada pessoa que realiza a descida no Rappel só poderá iniciar após receber a autorização do comandante da aeronave feita através da comunicação feita pelo auxiliar com o uso do comunicador interno;
- Sempre deverá haver alguém habilitado a bordo para desempenhar a função de lançador;
- O POP estabeleça um *briefing* com todos os tópicos a serem abordados;
- Não seja feita qualquer manobra que não tenha sido estabelecida no POP e abordada em *briefing* preparatório da missão específica.

Resta ainda a adoção de medidas administrativas por parte do BAvOp no sentido de:

- Criação no BAvOp de uma caderneta de voo operacional de cada tripulante de todos os segmentos, onde seja registrada a experiência do policial nas manobras específicas como o Rappel e Mc Guire;
- Estabelecer um calendário fixo de treinamento, qualificação e requalificação para garantir a manutenção dos padrões de adestramento ao efetivo como um todo. Tal providência é saneadora do constatada pelo questionário de pesquisa onde a tripulação como um todo julga insuficiente a frequência e quantidade usualmente realizada de instruções de Rappel e Mc Guire
- Um estudo pormenorizado do item 3.2 Práticas bem sucedidas, desta pesquisa, que trás inovações e adaptação das manobras à realidade operacional vivenciada no vetor de policiamento aéreo HB 350 Esquilo buscando nos operadores que já adotam tal prática (PMESP, CBMDF, entre outros).
- O estabelecimento de um pacote mínimo de *survivability* para as aeronaves e EPIs operados pelo BAvOp com vistas a mitigar a severidade de possíveis acidentes interferindo positivamente no conceito *Crashworthiness*.

## 5. CONCLUSÃO

Nesta monografia foi apresentada uma revisão teórica abrangente para servir de alicerce científico para a atividade de operações aéreas na PMDF, aspectos técnicos; um breve histórico mundial do helicóptero; a aviação de segurança pública nacional, sua gênese, disseminação pelo país, fundamentação legal sobre a qual se assenta a atividade, o ambiente operacional e considerações sobre o instituto técnico denominado *survivability* bem como a influência da manutenção tudo sob a ótica da segurança de voo dentro da filosofia SIPAER.

Estabelecidas as bases de informações foi abordado o universo pertinente as manobras desempenhadas pelo BAvOp a rotina operacional da unidade no concernente as operações aéreas especiais, a doutrina estabelecida de segurança de voo. Os instrumentos de pesquisa permitiram analisar a estrutura de funcionamento do Batalhão no concernente às manobras em seus aspectos estruturais e conjunturais em correlação com o trinômio Meio-Homem-Máquina.

O resultado do estudo aponta para um serviço aéreo conduzido de maneira responsável pugna pela reavaliação por parte do corpo técnico da normatização das manobras e do currículo dos planos de ascensão técnica de pilotos e tripulantes bem como das técnicas de realização das manobras.

Por fim partindo de uma máxima da segurança de voo que preconiza que: "todos os acidentes devem ser evitados" esta pesquisa conclui que são necessárias medidas no âmbito da PMDF para garantir uma constante realimentação do processamento das instruções e treinamentos das manobras Rappel e Mc Guire para assegurar sua realização com segurança para a consecução dos objetivos do BAvOp junto à corporação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. (Brasil). **Relatório anual de segurança operacional 2008**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br>>. Acesso em 08 jun 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. (Brasil) **Relação de acidentes aeronáuticos: janeiro a dezembro 2009**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br>>. Acesso em 12 jun 2011.

ALVARENGA, Beatriz. Maximo, Antônio. **FÍSICA VOLUME ÚNICO, 2º GRAU**. Curso completo, ed. Scipione, 2001.

ANDERSON, John David. **The history of aerodynamics and its impact on the flying machines**. Cambridge: Cambridge Press, 2001. p. 14-15.

ANDREOLI, J. C. **Autorotação**. 2010. JCA consultoria aeronáutica. Disponível em: <http://www.jca.com.br/teoria.htm>. Acesso 08 jun 2011.

BALL, Robert. **The Fundamentals of aircraft combat survivability analysis and design**. New York, NY: AIAA, 1985. p. 04, 86-89.

BASTOS, Expedito C. S. **Evolução do helicóptero para fins militares**. Juiz de Fora, MG: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2004. Disponível em: <<http://www.ecsbdefesa.com.br>>. Acesso em: 25 jun 2011.

BENI, E. A. **Aviação de segurança pública e a responsabilidade cível do comandante de aeronave da polícia militar do Estado de São Paulo**. 2009. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) - Centro de Aperfeiçoamento e Estudos Superiores “Cel PM Nelson Freire Terra”.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Instituto de Aviação Civil. **Peso e Balanceamento. Apostila**. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de Outubro de 1988. Obra coletiva de autoria da Editora Saraiva com a colaboração de Antonio Luiz de Toledo Pinto, Márcia Cristina Vaz dos Santos Windt e Livia Céspedes. 32. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

BRASIL. Normas de Sistema do Comando da Aeronáutica **NSCA 3-1**: Conceituação de vocábulos, expressões e símbolos de uso no SIPAER, 2008. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/nsca/nsca3-1.pdf>> Acesso em: 17 ago 2011.

BRASIL. Instrução de Aviação Civil **IAC 3515**: Autorização para operações de helicópteros com carga externa, 2001. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/iac3515.pdf>> Acesso em: 15 ago 2011.

BRASIL. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (**RBAC**) **01**: Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida, de 26 de novembro de 2008. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/legislação>>. Acesso em: 07 jun 2011.

BRASIL. Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (**RBHA**) **91**: Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis, de 30 de dezembro de 2004. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/legislação>>. Acesso em: 07 jun 2011.

BRASIL. Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (**RBHA**) **133**: Operação de Aeronaves de Asas Rotativas com Cargas Externas, de 16 de agosto de 1989. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/legislação>>. Acesso em: 08 jun 2011.

BRASIL. Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (**NSCA**) **3-3**: Gestão da Segurança Operacional, de 01 de novembro de 2005. . Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.gov.br/normas>>. Acesso em: 13 jun 2011.

BRASÍLIA, DF. **Decreto Nº 20974**, de 26 de janeiro de 2000. Diário Oficial do Distrito Federal, em 27 de janeiro de 2000. Disponível em: <<http://www.tc.df.gov.br>> Acesso em: 16 mai 2011.

BRASÍLIA, DF. Polícia Militar do Distrito Federal. **Normas gerais de ação**. grupamento de operações aéreas, 2009.

BOLKOM, Christopher. **Military Helicopter Modernization**: Background and Issues for Congress. CRS Report for Congress. June. 2004. P 54.

BULFINCH, Thomas. **O livro de ouro da mitologia**: história de deuses e heróis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006. p 157-158.

BURROWS, Leroy T. **Analysis of the effectiveness of wire strike protection on army helicopters**. In: AMERICAN HELICOPTER SOCIETY, ANNUAL FORUM PROCEEDINGS, 51<sup>st</sup>, 1995, FT Worth. **Proceedings...** Alexandria, V: AHS, 1995. v.3

CANAVÓ F., J; MELO, E. O. **Polícia Militar: asas e glórias de São Paulo**. 2. ed.. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 1978. p 12.

CICOLANI, Luigi, Ehlers George. **Modeling and simulation of a helicopter slung load stabilization device**. **National Aviation and Space Administration. NASA. 2002** In: AMERICAN HELICOPTER SOCIETY, ANNUAL FORUM PROCEEDINGS, 58<sup>th</sup>, 2002, Montreal. **Proceedings...**

DE ANDRADE, D., **Tecnologia de Helicópteros**: Parte I – Algumas Pinceladas Históricas. São José dos Campos: ITA- Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 1999.

DEFESANET. **HELIBRAS vende duas aeronaves para o Estado do Amazonas**. Ago. 2009. Disponível em: <[http://www.defesanet.com.br/01\\_lz/interseg2009/01\\_not\\_helibras\\_1.htm](http://www.defesanet.com.br/01_lz/interseg2009/01_not_helibras_1.htm)>. Acesso em: 06 jun 2011.

DEUSCTHE PRESSE AGENTUR. IN MONSTERS AND CRITICS. **South Africa police helicopter shot down by thieves**. Jul. 2008. Disponível em: <<http://www.monstersandcritics.com>>. Acesso em: 29 jul 2011.

DICKEY, Beth; BARNSTORFF, Kathy. Chopper Drop Test New Technology. **National Astronautics and Space Administration (NASA)**. Washington, D.C. 2010. Disponível em: <http://www.nasa.gov/topics/aeronautics/features/helo-droptest.html>. Acesso em: 04 jun 2011.

FERNANDES, Rubem César. (Coord). **Brasil: armas e vítimas**. Instituto Superior de Estudos da Religião. ISER. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.comunidadesegura.org/pt-br/node/30291>.>. Acesso em: 28 jul 2011.

GAMBARONI, R. **Formação do piloto policial**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissional) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOMES, E. M. **Minimizando os riscos do “Mac Guire” – Uma técnica desenvolvida pelo GRPAe/SP**. 2011. Disponível em <http://www.pilotopolicial.com.br>. Acesso em 01 ago 2011.

HALLIDAY, David. **Fundamentos de Física I**. Tradução. 4 ed.

ICAO. **Doc 9859**. Safety management manual. Disponível em: <http://www.icao.int/icaonet/> Acesso em 13 ago 2011.

ICAO. Convention on international civil aviation **Annex 3**. <http://www.icao.int/icaonet/anx/info/annexes>. Acesso em 02 ago 2011.

JHELICÓPTERO. **Helicópteros oficiais**. 2010. Disponível em: [http://www.jhelicoptero.com.br/heldf\\_oficiais](http://www.jhelicoptero.com.br/heldf_oficiais)> Acesso em: 13 jun 2011.

Jornal de Brasília. **Tragédia faz três mortos**. Notícia. Disponível em: <http://www.jornaldebrasil.com.br/impresso/noticia.php?IdNoticia=301793>. Acesso em 06 jun 2011.

LUCCHESI, C. **Loucos e heróis: fatos e curiosidades da história da aviação**. São Paulo: Lemos Editorial & Gráficos. 1996. p 20-22.

MOBLEY, Keith R. **An introduction to predictive maintenance**. 2. ed. Woburn, MA: Elsevier Science, 2002. p. 04-05.

MOUBRAY, J. **Reliability-centered maintenance**. 2.ed. New York: Industrial Press, 1997. p. 318-326.

NEUBECKER, Graig D. Sharks on attack. America's first armed airborne unit to protect our coast. **Air Beat Magazine: Journal of Airborne Law Enforcement Association**, 2003. Disponível em: <http://www.alea.org> > Acesso em: 28 mai 2011.

**O movimento massa-mola e a Lei de Hooke**. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2002/massamola/massamola.html>.> Acesso em 11 jun 2011.

PACHECO, J. S. **Comentários ao código brasileiro de aeronáutica**, 2 ed. Rio de Janeiro: Forense, 1988. p. 36.

PARELLADA, Cláudia Inês. Arte rupestre no Paraná. **Revista Científica/FAP**, Curitiba. v. 4, n. 1, p. 11, 2009.

POLICE HELICOPTER PILOT. South African police helicopter pilot shot, but continues to fly. **Police Helicopter Journal**, May. 2009. Disponível em: <<http://www.policehelicopterpilot.com/police-helicopter-journal/2009>>. Acesso em: 29 jul 2011.

ROBINSON, W Keith; LEISHMAN, Gordon J. The effects of ballistic damage on the aerodynamics of helicopter rotor airfoils. In: ANNUAL FORUM PROCEEDINGS, 53., 1997. Virginia Beach. **Proceedings...** Alexandria, VA: American Helicopter Society, 1997. v.1: p 388.

SANTIAGO, R., Ferreira, W. Santiago, F. **O emprego operacional do helicóptero na PMDF: a análise qualitativa do processo decisório de acionamento**. 2002. Trabalho de Conclusão de Curso (Aperfeiçoamento de Oficiais) -. Academia de Polícia Militar do Distrito Federal. Brasília, DF.

SHAPIRO, J. **The helicopter**. London: Frederick Muller, 1957. p 11.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SOUZA, Diogo A.V.G. **A junta de Julgamento da Aeronáutica no contexto da segurança de voo**. Revista Conexão SIPAER, Brasília. v. 2, n.2, p. 209, 2011.

VOSS, C. et al. **Case research - Case research in operation management**. International Journal of Operations & Production Management. 2002. London. V 22, n 2, p 199. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/0144-3577.htm>> Acesso em 06 jun 2011.

WHPD. **Sweden Police aviation news**, 2007. Disponível em: [http://www.whpd.org/leac/news/2007\\_12-01\\_PoliceAviationNews.pdf](http://www.whpd.org/leac/news/2007_12-01_PoliceAviationNews.pdf). Acesso em 02 ago 2011.

## **APÊNDICE A**

Questionário - Pesquisa de Segurança de Voo

## QUESTIONÁRIO PESQUISA DE SEGURANÇA DE VOO

Prezado respondente, este questionário visa à tripulação do BAvOp para colher de forma objetiva e inominada informações referente à operação de helicópteros de Rappel e o Mc Guire. Caso deseje deixar em branco qualquer questão sinta-se a vontade. Para respondê-lo indique o grau de concordância.

Márcio L R Pereira – TC QOPM.      Josilei A G de Freitas – TC QOPM.

1- Qual sua função técnica no BAvOp?

( ) Comandante de aeronave    ( ) Co-piloto    ( ) Tripulante operacional.

2- Há quanto tempo atrás teve início sua atividade aérea?

( ) até 10 anos.    ( ) 11 até 15 anos.    ( ) 16 até 20 anos.    ( ) mais de 25 anos.

3- Durante a formação técnica da tripulação as instruções de técnicas verticais de Rappel e Mc Guire são sistematizadas e tem carga horária suficientes.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
-------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	-------------------------------

4- A normatização das técnicas verticais de Rappel e MC Guire pelo BAvOp são suficientes.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
-------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	-------------------------------

5- A frequência com que você participa de treinamento/instrução de técnicas verticais é suficiente.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
-------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	-------------------------------

6- A quantidade anual de treinamento em manobras de Rappel e/ou Mc Guire que o prepara para situações reais em ocorrências policiais ou ainda demonstrações é suficiente.



Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
-------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	-------------------------------

7- Os EPIs utilizados são suficientes para as missões de Rappel e MC Guire.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
-------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	-------------------------------

8- As manobras de Rappel e Mc Guire são realizadas com segurança.

Discordo totalmente ( )	Discordo parcialmente ( )	Não concordo nem discordo ( )	Concordo parcialmente ( )	Concordo totalmente ( )
-------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------	-------------------------------

9- Quantos RELPREVs você confeccionou este ano (2011)?

( ) Nenhum      ( ) 01      ( ) 02 ou mais      ( ) Não me recordo.

\* Se desejar informe a quantidade\_\_\_\_\_.

10- Quantos RELPREVs referentes a técnicas verticais você confeccionou ao longo de sua atividade aérea?

( ) Nenhum      ( ) 01      ( ) 02 ou mais      ( ) Não me recordo.