

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

SEVERINO MARVILA DA SILVA

**ANÁLISE DAS REGRAS DE SEGURANÇA EXISTENTES APLICADAS ÀS
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - ARP**

CURITIBA

2014

SEVERINO MARVILA DA SILVA

**ANÁLISE DAS REGRAS DE SEGURANÇA EXISTENTES APLICADAS ÀS
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - ARP**

Monografia apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito final para obtenção do Título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA

2014

SEVERINO MARVILA DA SILVA

**ANÁLISE DAS REGRAS DE SEGURANÇA EXISTENTES APLICADAS ÀS
AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - ARP**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Prof. M. Eng. Massayuki Mário Hara (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

CURITIBA
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

“Na juventude deve-se acumular o saber. Na velhice fazer uso dele”.

Rousseau

Este trabalho dedico ao meu filho como exemplo de estímulo e perseverança na incessante busca do aprendizado e da evolução.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, o maior de todos os engenheiros, por permitir que eu esteja por aqui, com vida, coragem e perseverança para não desistir de meus objetivos.

Ao coordenador do curso Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai e Prof. M. Eng. Massayuki Mario Hara, pelas preciosas orientações durante a elaboração desta Monografia.

Aos professores do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, pela dedicação e paciência.

Aos amigos, companheiros e colegas de Classe, com os quais aprendi lições de vida.

Aos colegas de farda, militares do CINDACTA II, pela colaboração no processo de consultas e pesquisas necessárias para elaboração deste trabalho.

Aos funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Encovile, em especial ao Sr. Paulo e a Sra. Izabel, que sempre nos auxiliaram em serviços administrativos diversos.

E, por fim, mas não menos importante, à minha noiva, amiga e amada, por ter me acompanhado em mais este desafio com amor, carinho e compreensão.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.1.1 Objetivo geral.....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 INFRAESTRUTURA AERONÁUTICA.....	16
2.2 SEGURANÇA NO TRANSPORTE AÉREO.....	19
2.3 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS – ARP.....	22
2.4 CARACTERÍSTICAS DE UMA ARP.....	25
2.4.1 ARP da Força Aérea Brasileira: Hermes RQ-450.....	26
2.4.2 ARP do Departamento de Polícia Federal: Heron I.....	29
2.5 OBSTÁCULOS PARA O SETOR AÉREO.....	33
2.6 SEGURANÇA DA TRIPULAÇÃO.....	37
2.7 LEGISLAÇÃO EXISTENTE NO REINO UNIDO.....	38
2.8 LEGISLAÇÃO EM VIGOR NO BRASIL.....	40
2.8.1 AIC nº 21/10.....	40
2.8.2 Decisão ANAC nº 127.....	43
2.8.3 Instrução Suplementar nº 21-002.....	46
2.8.3.1 Requisitos de Segurança.....	48
3 METODOLOGIA	53
4 RESULTADO DA PESQUISA	54
5 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de passageiros nos principais aeroportos do Brasil	18
Figura 2 – Os projetos de VANT no Brasil	24
Figura 3 – VANT Hermes 450 utilizado pela FAB	28
Figura 4 – VANT Hermes 450 da FAB participando de uma operação militar	28
Figura 5 – Estação remota de pilotagem do Esquadrão de Aviação Hórus	29
Figura 6 – VANT Heron I utilizado pelo DPF	30
Figura 7 – Uma ARP realizando um patrulhamento aéreo sobre um estádio de futebol	32
Figura 8 – Imagem captada por um VANT durante o monitoramento do trânsito de uma metrópole no horário de pico	34
Figura 9 – Imagem captada por um VANT durante uma manifestação publica	34
Figura 10 – Imagem captada por um VANT durante a inspeção em linhas de transmissão	35
FIGURA 11 – Pulverização de defensivos	36
FIGURA 12 – Mapeamento de áreas	36
FIGURA 13 – Monitoramento de queimadas	36
FIGURA 14 – Debate sobre VANT na Comissão de Relações Exteriores	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – INDICADORES DE ACIDENTES E VITIMAS DE TRÂNSITO	19
TABELA 2 – TAXA DE FATALIDADE POR MILHÕES DE PASSAGEIROS TRANSPORTADOS	20

LISTA DE SIGLAS

ABAG - Anuário Brasileiro de Aviação Geral
APE - Área de Pouso em Emergência
ARP - Aeronave Remotamente Pilotada
ATOL - Automatic Take-Off and Landing System
AVGAS - Aviation Gasoline
BLOS - Beyond Line Of Sight
CAP - Certificate of Aeronautical Procedure
CAVE - Certificado de Autorização de Voo Experimental
CENTIPAL - Centro de Inteligência Policial e Análise Estratégica
CINDACTA - Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
CLP - Controladores Lógicos Programáveis
COMDABRA - Comando de Defesa Aérea Brasileira
CSI - Comissão de Serviços de Infraestrutura
DAC - Departamento de Aviação Civil
DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DOD - Department Of Defense
EO - Especificações Operativas
ERP - Estação Remota de Pilotagem
FAB - Força Aérea Brasileira.
FT - Feet
GCS - Ground Control Station
GDT - Ground Data Terminal
IAC - Cartas de Aproximação por Instrumentos
IAI - Israel Aerospace Industries
CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IFR - Regras de Voo por Instrumentos
JJAER - Junta de Julgamentos da Aeronáutica
KG - Quilograma
LOS - Line Of Sight
NOTAM - Notificação aos Aeronavegantes

NM - Milhas náuticas

NR - Norma Regulamentadora

OACI - Organização de Aviação Civil Internacional

OE - Operador de Equipamentos Especiais

PE - Piloto Remoto Externo

PI - Piloto Remoto Interno

PRF - Ponto de Reaquisição Final

RAB - Registro Aeronáutico Brasileiro

RBAC - Regulamento Brasileiro de Aviação Civil

RBHA - Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica

RQ-450 - Nomenclatura da FAB para a aeronave Hermes 450

SID - Procedimento Padrão de Subida

SARP - Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada

SISCEAB - Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

SISVANT-DPF - Sistema de Veículos Aéreos Não Tripulados do Departamento de Polícia Federal

SRPV-SP - Serviço Regional de Proteção ao Voo de São Paulo

SATCOM - Sattélite Communications

UASSG - Grupo de Estudos da OACI sobre Veículos Aéreos não Tripulados

VANT - Veículo Aéreo não tripulado

VFR - Visual Fligth Rules

RESUMO

SILVA, Severino Marvila. Análise das regras de segurança aplicadas às Aeronaves Remotamente Pilotadas - ARP. 2014. 62 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

As regras de segurança no uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) é parte integrante de uma operação aeronáutica para obtenção de bons resultados. A rápida expansão dos VANT exige um estudo que possibilite a inserção destes equipamentos no espaço aéreo que, atualmente, é destinado às demais aeronaves tripuladas, sem, contudo, afetar a segurança de voo. Este estudo tem por objetivo descrever regras, diretrizes e as recomendações de segurança operacional conforme preceituam as Instruções e Manuais do Comando da Aeronáutica em vigor no país, com vistas a garantir a segurança dos tripulantes e passageiros a bordo das aeronaves comerciais, bem como a integridade física das pessoas em solo e a proteção das edificações em terra. A metodologia utilizada teve como foco principal uma visita à Subdivisão de Gerenciamento de Tráfego Aéreo e à Subdivisão de Operações Militares do Segundo Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo - CINDACTA II. Os dados obtidos demonstraram os regulamentos e procedimentos de operação de uma Aeronave Remotamente Pilotada no Espaço Aéreo Brasileiro.

Palavras-chaves: Veículo aéreo não tripulado (VANT); Espaço Aéreo; Segurança de voo; Regulamentação.

ABSTRACT

SILVA, Severino Marvila. Analysis of safety rules applied to the Aircraft Remotely Piloted - ARP. 2014. 62 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

Safety rules in the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) is an integral part of an aircraft operation to obtain good results. The rapid expansion of UAV requires a study that enables the integration of these devices in the airspace that is currently allocated to other manned aircraft, without, however, affecting the safety of flight. This study aims to describe rules, guidelines and recommendations for operational safety as set down the instructions and manuals of the Air Force Command in force in the country, in order to ensure the safety of crew and passengers aboard commercial aircraft, as well as the integrity physical persons in soil and protection of buildings on land. The methodology used was mainly focused a visit to Subdivision of the Air Traffic Management and Subdivision of Military Operations of the Second Integrated Center for Air Defense and Air Traffic Control - CINDACTA II. The data obtained demonstrated the regulations and operating procedures Remotely Piloted Aircraft of a the Brazilian Airspace.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV); Airspace; Flight safety; Regulations.

1 INTRODUÇÃO

O emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas - SARP em operações terrestres está relacionado à capacidade que esses sistemas têm de permanecer em voo por longos períodos, particularmente, sobre áreas agressivas. Essa capacidade permite aos comandantes, nos diversos níveis e escalões, obter informações, selecionar e engajar objetivos e alvos terrestres além do ato direto e em profundidade no campo de batalha (LUNA, 2014).

Uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), modelo Hermes 450, é operada pela Força Aérea Brasileira (FAB), na operação Ágata 1. Essa é a primeira vez que a ARP atua em missões reais. Ela está realizando ações de reconhecimento na região de fronteira entre o Brasil e a Colômbia. Esta nova tecnologia permite que a FAB cumpra missões de reconhecimento aéreo, sem que os pilotos sejam expostos a adversidades, e com a possibilidade de transmissão das imagens geradas em tempo real para qualquer localidade do Brasil (FAB, 2011).

Desde o ano 2000 as ARP começaram a ganhar força no mercado brasileiro. Atualmente, o desenvolvimento de pesquisas e fabricação de aeronaves são realizadas e estimuladas no âmbito das Forças Armadas e nos Órgãos de Segurança Pública. Polêmicos e revolucionários, mais de 200 *drones* (zangão, em inglês) voam no país sem regra. O desafio é a implementação de uma regulamentação clara e segura que possibilite o voo deste tipo de aeronave em espaço aéreo compartilhado com as demais aeronaves tripuladas (PETRY, 2014).

O emprego adequado dos SARP constitui um diferencial para a liberdade de ação dos comandantes. Os elementos de emprego das armas-base empregam ao SARP de menor complexidade e alcance para missões em suas zonas de ação ou à frente de seus deslocamentos, quando em missões de reconhecimento. Os SARP operam, com maior alcance, autonomia e capacidade de carga. O emprego do SARP requer o mesmo tratamento dispensado a um sistema aéreo tripulado, particularmente no que concerne à segurança de voo. Tripulações remotas deverão atentar às limitações em perceber e detectar tráfegos aéreos e outros riscos, tais como obstáculos do terreno, formações meteorológicas, entre outros, e nas diversas

situações de voo, gerando consequências nos níveis mais elevados das expressões do Poder Nacional (LUNA, 2014).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo principal, analisar as regras de segurança existentes aplicadas às ARP e propor procedimentos e recomendações operacionais aos usuários quando do emprego deste equipamento no espaço aéreo brasileiro.

1.1.2 Objetivos específicos

Demonstrar a rápida expansão dos Veículos Aéreos não Tripulados (VANT) e sua possível inserção no espaço aéreo comum às demais aeronaves.

Analisar a importância das aplicações de regras operacionais para o controle e fiscalização do espaço aéreo no território federal.

Descrever as regras e recomendações de segurança para a operação de uma ARP, em consonância com as legislações aeronáuticas em vigor.

1.2 JUSTIFICATIVA

O crescimento vertiginoso da frota aérea no Brasil tem sido uma constante preocupação das autoridades aeronáuticas do país. De acordo com o Anuário Brasileiro de Aviação Geral, um levantamento feito pela ABAG em 2013, mostra que a região Sudeste possui a maior parte dessa frota. O Centro-Oeste ocupa o segundo lugar, seguida pela região Sul. Em quarto lugar está o Norte e por quinto e último, o Nordeste.

Com a constante evolução neste tipo de modal, o Brasil tem registrado grandes taxas de crescimento no mercado de transporte aéreo. Em 2009, quando vários setores sofreram os efeitos da crise internacional, o número de passageiros cresceu a taxas de dois dígitos no segundo semestre. Trata-se, portanto, de um setor com inúmeras oportunidades em um horizonte que se estende além dos eventos da Copa do Mundo de 2014 e dos Jogos Olímpicos de 2016.

A capacidade dos aeroportos cujas infraestruturas, tanto aeroportuária quanto aeronáutica, são precárias em cidades que polarizam economias regionais e estão em pleno desenvolvimento, tornando-se verdadeiros obstáculos para o progresso ordenado da infraestrutura aérea. Em praticamente todas as grandes metrópoles dos países desenvolvidos os aeroportos sofrem de congestionamentos, e hoje existem transportes alternativos.

E, levando em consideração a demanda de empresas dos mais variados ramos de atuação, que, diariamente, protocolam nos órgãos públicos responsáveis, solicitações para a utilização do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada, seja para a agricultura, para o meio ambiente, para a engenharia ou para outros fins; faz-se necessário o estabelecimento e divulgação de regras claras e concisas que permitam uma operação segura do equipamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Há mais de um século os militares procuram um avião que, controlado remotamente, possa espionar as fileiras inimigas e, de preferência, atacá-las. A busca começou na I guerra mundial, chegou aos campos de batalha na II guerra mundial, tomou impulso durante a guerra fria e atingiu um certo apogeu quando Israel inventou uma versão moderna de aviões não tripulados durante os conflitos com o Líbano na década de 80. A partir da década de 90 os aviões foram utilizados para missões de reconhecimento e os americanos investiram na tecnologia inspirado no sucesso dos israelenses criando seu próprio avião com controle remoto, porém, humilde, com motor de snowmobile, que entrou em operação no ano de 1995 (ANAC, 2014).

Também denominado Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) ou UAV, do inglês *Unmanned Aerial Vehicle*, e mais conhecido como *drone*, é todo e qualquer tipo de aeronave que não necessita de pilotos embarcados para ser guiada. Esses equipamentos são controlados à distância por meios eletrônicos e computacionais, sob a supervisão e governo humanos, ou sem a sua intervenção, por meio de Controladores Lógicos Programáveis - CLP (SILVA, 2013).

As Aeronaves Remotamente Pilotadas foram idealizadas para fins militares, inspirados nas bombas voadoras alemãs, do tipo V-1, e nos inofensivos aeromodelos rádio controlados. Estas máquinas voadoras de última geração foram concebidas, projetadas e construídas para serem utilizadas em missões muito perigosas para os seres humanos, nas áreas de inteligência militar, apoio e controle de tiro de artilharia, apoio aéreo a tropas de infantaria e cavalaria no campo de batalha, controle de mísseis de cruzeiro, atividades de patrulhamento urbano, costeiro, ambiental e de fronteiras, atividades de busca e resgate, entre outras. Os *drones* são há vários anos um dos principais instrumentos da estratégia militar dos Estados Unidos (PETRY, 2014)

Os VANT ou drones ficavam numa base em território americano onde um piloto pilotava o avião e o outro comandava sensores e câmeras. Versões mais modernas dispensam até o controle remoto e os *drones* voam autonomamente, seguindo um plano previamente estabelecido (ANAC, 2014).

No Exército norte-americano, por ser a força armada que mais emprega esse tipo de sistema no mundo todo, inicialmente, os SARP foram designados para a arma de Inteligência e foi responsável por implantar, integrar aos demais sistemas operacionais em suas fases iniciais. Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas começaram a extrapolar em muitas missões típicas da Inteligência: busca de alvos, condução de fogos e guiamento de munições inteligentes, retransmissão de comunicações, guerra eletrônica, escolta de comboios e até mesmo ataques aéreos são missões rotineiramente cumpridas pelas aeronaves não tripuladas e que fogem à tríade Inteligência-Reconhecimento-Vigilância para o qual ele foi visualizado inicialmente (PIFFE, 2014).

Segundo a FAB (2014), com a multiplicidade das missões, começaram a surgir os problemas na área de padronização e controle do espaço aéreo. A solução encontrada por aquele exército foi centralizar todos os SARP na arma de Aviação que criou, no ano de 2003, em Fort Rucker, um Centro de Excelência de Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados (*UAS-CoE - Centre of Excellence for Unmanned Aerial Systems Remotely*). Esse centro é o responsável por desenvolver a doutrina e o treinamento, assessorar o comando do Exército, sincronizar os esforços e padronizar todos os assuntos relativos aos SARP no Exército americano.

2.1 INFRAESTRUTURA AERONÁUTICA

Infraestrutura aeronáutica é um conjunto de órgãos, instalações ou estruturas terrestres de apoio que tem como função proporcionar segurança, regularidade e eficiência à navegação aérea. Compreende o Sistema Aeroportuário; Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB); Sistema de Segurança de Voo; Sistema de Registro Aeronáutico Brasileiro; Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos; Sistema de Indústria Aeronáutica (INFRAERO, 2012).

Segundo Luna (2014), a infraestrutura de apoio compreende todos os recursos destinados a prover a sustentabilidade da operação de SARP. Normalmente, é composto de meios de apoio logístico (nos Grupos Funcionais Manutenção, Suprimento e Transporte) e de apoio de solo, tais como, equipamento para lançamento/recuperação, geradores, unidades de força, entre outros. Porém a

infraestrutura para a aviação civil não tem acompanhado o crescimento do setor. As dificuldades vão desde a situação precária de aeroportos e aeródromos (pequenos aeroportos) a problemas de burocracia e falta de pessoal na ANAC. Além disso, contribui para o quadro a legislação desatualizada e muito rígida.

A burocracia impede que as empresas apresentem os documentos necessários à ANAC e a falta de pessoal torna a fiscalização e a certificação de pessoas e empresas, ineficientes. As condições precárias de aeroportos, aeródromos, pistas e a organização dos serviços não dão vazão para que o avião, que é o único meio de transporte para muitos municípios, efetue uma operação segura de pouso e decolagem, embarque e desembarque de pessoas e cargas (LUNA, 2014).

Segundo a ANAC (2006) a falta de uma infraestrutura aeronáutica robusta para suportar o crescimento da aviação civil no país é hoje o principal problema do setor, conforme conclusões da Comissão de Serviços de Infraestrutura (CSI). A ausência de pessoal qualificado na ANAC, a burocracia do órgão e a rígida legislação são os problemas mais evidentes. A situação aeroportuária no Brasil tem chamado bastante atenção pelo número de crises que vem passando.

É bem comum notícias de grandes atrasos, aeroportos lotados e a incapacidade de atender à demanda atual de passageiros, tornando questionável cada vez mais a capacidade da infraestrutura dos aeroportos e das companhias aéreas de operar com a demanda atual. O crescimento necessário do setor de aviação civil no Brasil demandará investimentos vultosos na melhoria e expansão dos aeroportos, dos sistemas de controle de tráfego aéreo e da gestão alinhada entre empresas operadoras, Infraero (que administra os terminais aéreos) e ANAC (ANAC, 2006).

Os dados apontam o crescimento da aviação regional brasileira, já com métodos mais modernos de gestão. Essa consolidação é causa e consequência também do desenvolvimento econômico das cidades médias e dos centros regionais do País. Conta ainda com a colaboração das dimensões continentais do Brasil para sempre se valer da condição de ser um transporte imprescindível (FAB, 2014).

Segundo Oliveira (2009), as grandes organizações como a Gol apresentaram forte crescimento no sistema aéreo em 2001, competindo com a TAM. O autor destaca como fatores que contribuíram para o forte crescimento inicial da

Gol os preços mais baixos, a agressiva publicidade, os estímulos à demanda, a saída da Transbrasil, e o acesso aos aeroportos de Congonhas (2001) e Santos Dumont (2002). A partir de 2003 o crescimento da Gol arrefeceu em virtude da redução dos preços dos concorrentes, do aumento dos custos resultante da desvalorização cambial de 2002, e por força das medidas de regulação adotadas pelo, então, DAC (Departamento de Aviação Civil) - que limitaram a oferta de assentos e a queda dos preços. O grande desafio então, com a inserção dos ARP, é o uso compartilhado do espaço aéreo juntamente com as demais aeronaves tripuladas.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) levantou algumas condições para orientar decisões do governo sobre a política setorial. Também existe a possibilidade de passar para o setor privado investimentos que são mais rentáveis, e a Infraero continuar administrando, com ajuda do orçamento fiscal, os demais aeroportos que não têm alternativa financeira. Destacou ainda mais duas alternativas ao setor privado: permitir o ingresso nos aeroportos públicos fazendo investimentos por meio de concessão ou de parceria público-privada, ou permitir que se invista em novos aeroportos (IPEA, 2010).



Figura 1: Número de passageiros nos principais aeroportos do Brasil

Fonte: Infraero, 2013.

A figura 1 destaca o número de passageiros (em milhões de pessoas) nos principais aeroportos brasileiros, evidenciando o aumento desse número nos anos pesquisados, até 2012.

As ARP possuem alguns obstáculos para o setor aéreo como: deficiências nas infraestruturas aeroportuária e aeronáutica; carga tributária muito elevada para as empresas aéreas; ICMS com alíquotas diferenciadas nos estados; margens muito reduzidas de rentabilidade; desequilíbrio de bandeira no tráfego aéreo internacional; desequilíbrio entre exportação e importação no transporte de carga aérea; frota cargueira muito antiga; custos elevados de armazenagem e alta taxa alfandegária da Infraero (BARAF, 2010).

2.2 SEGURANÇA NO TRANSPORTE AÉREO

Comprovado por estatísticas internacionais, o avião é o meio de transporte mais seguro do mundo, apresentando apenas um óbito por cada milhão de passageiros embarcados. Número este bem abaixo dos demais meios de transporte disponíveis. O transporte aéreo regular brasileiro apresenta uma segurança superior à média internacional (DENATRAN, 2010).

Considerando nossos elevados índices de acidentes de trânsito e também o fato de que o percurso rodoviário entre o aeroporto e o destino do passageiro, hoje em dia, é uma verdadeira viagem em grandes centros, a estatística, ironicamente, nos indica que, no Brasil, para cada 1,32 milhão de passageiros de avião, um poderá morrer em acidente aéreo, enquanto mais de 265 poderão morrer indo para ou vindo do aeroporto (DENATRAN, 2010).

Tabela 1: Indicadores de acidentes e vítimas de trânsito

	Veículos	Habitantes	Acidentes com vítimas
Vítimas de acidentes	por 10.000	por 100.000	por 1
Vítimas não fatais	por 10.000	por 100.000	por 100
Vítimas fatais	por 10.000	por 100.000	por 100

Fonte: DENATRAN, 2010.

A segurança é um elemento essencial para a obtenção de bons resultados na operação e, independentemente da sua motivação (humanitária e econômica) os seus custos são muito mais suportáveis que o preço pago pela sua inexistência. É

um fato matemático que o dinheiro necessário para substituir um dos aviões ou perdido na sequência de um acidente, suportaria os custos da prevenção de acidentes em qualquer empresa (IATA, 2009).

Conseqüentemente, quando se verifica um acidente aeronáutico, principalmente aquele que envolve a perda de vidas, o esforço e sacrifício despendidos na obtenção do material e na instrução e treino do pessoal necessário para mantê-lo, apoiar e operar, são parcialmente perdidos sem qualquer contrapartida. Isto sem considerar o aspecto humanitário, até porque o valor de uma vida humana não tem preço. Assim, a segurança de voo pretende, através da proposição de medidas preventivas ou corretivas adequadas, contribuir para a salvaguarda do potencial operacional de uma empresa através da conservação dos recursos humanos, materiais e financeiros existentes (FAB, 2014).

Para atingir este objetivo, procura-se identificar as razões porque os acidentes ocorrem, estudando os processos de eliminar as causas dos acidentes, adaptando as medidas destinadas a criar condições que permitam operar sempre com eficiência, mesmo perante as condições mais adversas. A segurança de voo tem de estar sempre presente em todas as atividades de qualquer empresa, com o intuito de limitar os custos dos danos materiais e financeiros, mantendo-se a mais elevada capacidade operacional compatível com os recursos disponíveis (FAB, 2014).

A segurança de voo é parte integrante de uma operação aérea eficiente. Todo esforço deve ser realizado, continuamente, de forma a se manter os índices em baixos patamares, ou quem sabe até reduzir a quase zero (IATA, 2014).

Tabela 2: Taxa de fatalidades por milhão de passageiros transportados

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0,11	0,35	0,24	0,23	0,13	0,21	0,17	0,26	0,18	0,12

Fonte: IATA, 2014.

Segundo Faria, Graef e Sanches (2006).

“Os acidentes são causados por causas diretas, que não surgem aleatoriamente, nem por acaso. Elas têm origem em acontecimentos anteriores, denominados causas indiretas. Tais acontecimentos são fatores pessoais ou materiais que levam o ambiente de trabalho a sofrer alguma alteração no seu comportamento normal, levando-o às causas diretas. As causas diretas dos acidentes são divididas em duas: atos inseguros e condições inseguras. Os atos inseguros correspondem ao comportamento que os envolvidos com o trabalho tomam com relação à exposição ao perigo de acidentes e podem ser de três tipos: conscientes; inconscientes; circunstanciais.”

Da aplicação deste conceito se infere que a segurança de voo nunca poderá colidir com o cumprimento da missão da empresa, antes, pelo contrário, faz parte integrante da missão e contribui para o alto grau de eficiência operacional necessário à sua realização.

Segundo o CENIPA (2009) Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, órgão do Comando da Aeronáutica responsável pelas atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos que ocorrem no território brasileiro, à prevenção de acidentes fundamenta-se nas seguintes premissas, dentre outras: os acidentes podem e devem ser evitados; em toda operação deve ser dada elevada prioridade à prevenção de acidentes; a utilização eficiente do pessoal, do material e da informação é a chave para uma operação bem planejada, bem apoiada, bem executada e, conseqüentemente, segura; as ações têm de ser aplicadas visando às causas dos acidentes e não os seus efeitos.

Para que esta resulte plenamente, a segurança nasce com o projeto, amadurece com o plano e salda-se com o cumprimento bem sucedido de suas recomendações. Assim, quando falamos de segurança, não falamos de um modo restrito. A segurança de voo caminha lado-a-lado da missão, funciona em ato contínuo, em conjunto com os demais procedimentos e não é para ser aplicada apenas quando a necessidade surge.

2.3 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - ARP

O Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (Remotely-Piloted Aircraft System – RPAS) é um conjunto de elementos que abrange a estação de pilotagem remota correspondente aos enlaces de comando e controle requeridos e quaisquer outros elementos que podem ser necessários a qualquer momento durante a operação (ANAC, 2014).

VANT é abreviação de Veículo Aéreo Não Tripulado, em inglês *UAV - Unmanned Aerial Vehicle*, adotada pelo Departamento de Defesa Norte Americano (*Department of Defense – DOD*). Segundo a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, o VANT é definido como RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*), que significa “Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas”, e os considera como aeronaves em que o piloto não está a bordo. Os RPAS constituem uma subcategoria de VANT e excluem as aeronaves não tripuladas totalmente autônomas, ou seja, mesmo o avião exercendo suas atividades automaticamente, o voo deve ser monitorado e o operador devidamente treinado devendo ter a capacidade de interferir a qualquer momento (ANAC, 2014).

No Brasil, a Instrução Suplementar - IS Nº 21-002A da ANAC, publicada em outubro de 2012, define VANT como aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizado para fins meramente recreativos (ANAC, 2012).

A Portaria Normativa Nº 606, do Ministério da Defesa apresenta a seguinte definição:

“Veículo aéreo não tripulado (remote piloted vehicle): Veículo de pequeno porte, construído com material de difícil detecção, pilotado remotamente, usando asas fixas ou rotativas, empregado para sobrevoar alvo ou área de interesse, com o objetivo de fornecer, principalmente, informações através de seu sistema de vigilância eletrônica” (BRASIL, 2004).

Os VANT chegaram ao Brasil como a mais nova tendência em sensoriamento remoto e o seu emprego é muito promissor, principalmente para fotografias aéreas, planejamento urbano, controle de tráfego de rodovias, identificação de pontos críticos em estradas ou em grandes obras, controle de plantações ou na pecuária, como a mais nova tendência em sensoriamento remoto.

Além da redução dos custos de operação, quando comparados às aeronaves tripuladas, trazendo a possibilidade de monitoramento de atividades ilícitas em tempo real ou em áreas onde o voo tripulado representa um risco à tripulação. Esse instrumento é uma excelente alternativa para a área de segurança e defesa e abre novas perspectivas para o monitoramento de ilícitos ambientais em áreas de difícil acesso. É potencializada por meio de ferramentas automatizadas de processamento de imagens implementadas nos Sistemas Geoespaciais estratégicos atualmente disponíveis (SILVA, 2013).

O ARP possui limites para sua utilização de revisão, substituição, testes e calibração previstos no programa de manutenção do fabricante que podem ser estipulado em horas de voo, números de pousos ou de ciclos e quaisquer outros métodos de controle predefinidos e aprovados. Podem ser propostos pelos fabricantes ou pelos operadores com a aprovação e o acompanhamento da ANAC (ANAC, 2012).

A aeronave é pilotada por um piloto com controle situado em uma estação de pilotagem remota localizada externamente à aeronave. O piloto monitora a aeronave o tempo todo e pode responder às instruções emitidas pelo Controle de Tráfego Aéreo, comunicando-se via voz ou enlace de dados, conforme apropriado para o espaço aéreo ou operação. A atuação do Piloto em comando da ARP é essencial para a operação segura da aeronave conforme ela interage com outras aeronaves e com o sistema de gerenciamento de tráfego aéreo (ANAC, 2012).

As principais vantagens do uso de uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) é permitir que uma missão dure várias horas, com revezamento de tripulações na estação em solo. Além de reduzir o cansaço, os militares também ficam longe de qualquer ameaça que possa existir, como fogo hostil. A aeronave também se destaca por ser silenciosa e difícil de ser localizada. Caso necessário, toda a estrutura de apoio e o RQ-450 também podem ser rapidamente levados de avião para outro local sendo composto de três elementos essenciais: o módulo de voo, o módulo de controle em solo e o módulo de comando e controle. Inclui, ainda, a infraestrutura de apoio e os recursos humanos necessários a sua operação (FAB, 2011).

Todas as ARP são capazes de informar a posição e a altitude para o piloto em comando, podendo monitorá-las continuamente do solo. Isto auxilia o piloto no

aumento da consciência situacional, assegurando que a aeronave permaneça dentro dos limites operacionais apropriados e sobrevoem exatamente o local desejado capturando e registrando imagens com muito mais precisão. E para os militares e operadores, eliminam em 100% o risco de acidentes com a tripulação no caso de missões cansativas ou perigosas (FERREIRA, 2013).



Figura 2: Os projetos de VANT em uso no Brasil

Fonte: O Globo, 2013.

O VANT da Categoria MRE/MALE (FALCÃO) da empresa Avibras (Brasil), possui uma autonomia de voo de 16 horas, permitindo um alcance de 250 km (LOS) e 1500 km (SatCom), o teto máximo de altitude é de 15.000 pés (4.600 m) e possibilita uma carga (Payload) de 150 kg.

HERMES RQ-450, da empresa Elbit (Israelense) é operado pela Força Aérea Brasileira, também possui uma autonomia de voo de 16 horas, um alcance de

300 km, o teto máximo de altitude é de 18.000 pés (5.500 m) e uma Carga (Payload) de 150 kg.

HERON 1, da empresa IAI (Israelense) é operado pelo Departamento de Polícia Federal, possui uma autonomia de voo de mais de 40 horas, um alcance de 350 km (LOS) e 1500 (Satcom, dependendo da cobertura do satélite), o teto máximo de altitude é de 30.000 pés (9.100m); e uma Carga (Payload) de 250 kg (SILVA, 2013).

O voo da ARP é um desafio a mais para os aviadores. O primeiro aspecto é em relação à consciência situacional que precisa estar focado nos sensores. É um voo por instrumentos e a execução da missão dá outra dimensão, é estimulante. Além de ser uma aeronave, inclui também sistemas em solo que permite o controle, a telemetria e recepção das imagens. Todo o conjunto também pode ser transportado a bordo de aviões, o que permite ao Esquadrão Hórus deslocar-se para qualquer região do país (LAUX, 2013).

2.4 CARACTERÍSTICAS DE UMA ARP

O Sistema ARP é composto por quatro subsistemas principais: a aeronave propriamente dita (ARP); os seus sensores e armamentos, se for o caso; seus equipamentos de comunicação e transmissão de dados e a estação terrestre, de onde é conduzida a operação (NOTAER, 2011).

Atualmente, existem diversos tipos de ARP sendo comercializados no mundo e para os mais variados fins, são pilotadas de forma remota, que têm se popularizado ao redor do mundo nos últimos anos diante de seu baixo custo e inúmeras aplicações. Entre elas, destacam-se controle e fiscalização do espaço aéreo e do território federal, têm sido usadas como ferramentas de inteligência da polícia e auxiliado na apreensão de drogas e realização de prisões, principalmente na região de fronteira do país, no monitoramento ambiental, de trânsito, patrimonial, avaliação de catástrofes, segurança pública, suporte aéreo para busca e salvamento e vigilância marítima, aérea e terrestre (GONÇALVES, 2013).

Gonçalves (2013), afirma que a segurança com a ARP na corporação é prioridade e que os pilotos da Polícia Federal que controlam as aeronaves têm certificação de piloto comercial e a maior formação possível no âmbito da aviação

civil. As aeronaves são comandadas do solo a quilômetros de distância por pilotos especialistas em missões militares, com amplos conhecimentos das regras do espaço aéreo e ampla experiência em helicópteros e aeronaves de combate do país principalmente nos fatores de melhorias sociais reais, estabilidade política e crescimento econômico, que juntos fomentaram a projeção do Brasil no exterior.

2.4.1 ARP da Força Aérea Brasileira: Hermes RQ-450

A seguir serão apresentados os principais VANT autorizados a voar no Brasil e que são utilizados pela Força Aérea Brasileira e pelo Departamento de Polícia Federal:

O VANT utilizado pela Força Aérea Brasileira é o Hermes 450, fabricado pela Israelense Elbit Systems, e projetado para longas missões táticas de resistência, incluindo, além das aeronaves, uma estação em solo, sensores e apoio logístico. Tem uma autonomia de mais de 20 horas, com a missão primária de vigilância, reconhecimento e retransmissão de comunicações. Aeronave de alto desempenho e multimissão que opera em qualquer condição climática, em períodos de paz ou de conflito, noite/dia, sem a necessidade de alocar tropas em áreas de risco. De fácil e econômica operação seu voo é totalmente autônomo, proporcionando vigilância contínua, podendo permanecer em voo totalmente carregado por mais de 15 horas, realizando as diversas missões de aquisição e designação de alvo, missões de inteligência, entre outras (LAUX, 2011).

O Hermes 450 possui um peso de decolagem de 450 kg; um comprimento de 6,00 m; uma envergadura de 10,00 m; uma carga útil de 150 kg; autonomia de voo de 20 ou 30 horas; e um teto operacional de até 18.000 pés. O Alcance de 450 km pode variar em função da altitude e velocidade, mas normalmente emprega uma velocidade de cruzeiro de 45 kt (nós) e velocidade máxima de 60 kt (nós); a velocidade de Stall está compreendida entre 38 - 50 kt (nós). Quando emprega uma descida em emergência utiliza uma razão de 700 ft/minuto e o seu planeio sem motor é de 4 km para cada 1.000 ft. A decolagem pode ser em pista semi preparada ou com lançador e também permite o pouso em pista curta. Necessita de menos de 15 minutos para preparar a aeronave e possui 02 tanques de combustível externos que permite levar 25 kg de gasolina em cada. Possui cabo para auxílio em pouso e

decolagem; capacidade de taxiamento, decolagem e pouso automáticos; estrutura em material composto; voo completamente autônomo e com alto nível de controle. Permite o acréscimo de novas funcionalidades e Enlace de dados BLOS (FAB, 2011).

O Hermes 450 é equipado com sistemas óticos capazes de localizar e acompanhar alvos em tempo real tanto de dia quanto de noite, podendo voar por períodos de até 16 horas. O VANT é todo automático, mas o aviador gerencia todas as etapas da missão, podendo determinar uma rota de voo ou pilotar a aeronave manualmente. Entre os equipamentos está uma câmera colorida com zoom e um sistema que capta imagens por calor, possibilitando a localização de pessoas sob a copa de árvores, por exemplo. Dependendo da distância do alvo, segundo a FAB, é possível até mesmo descobrir se as pessoas estão armadas (LAUX, 2011).

A Aeronave Remotamente Pilotada Hermes 450 se destacou em sua estreia operando em conjunto com caças A-29 Super Tucano e aeronaves E-99, e ajudou a descobrir e destruir, durante a Operação, mais de uma pista clandestina de pouso. A tecnologia também foi empregada para acertar os alvos, pois os A-29 têm computadores que calculam automaticamente o ponto de impacto das bombas, o que aumenta a precisão do ataque, mesmo no meio da noite. Em algumas horas de voo o RQ-450 coletou todas as informações para a missão de ataque, conseguindo saber vários detalhes do alvo durante o lançamento das bombas. Todas as informações são transmitidas em tempo real através de um vídeo para centros de comando (LAUX, 2011).

O Coronel Laux, ex-comandante do 1º/12º Grupo de Aviação, relata que o Esquadrão Hórus, é a primeira unidade militar do Brasil a utilizar aeronaves do tipo ARP de forma operacional, que se destaca por ser silenciosa e difícil de ser localizada. Caso necessário, toda a estrutura de apoio e o RQ-450 também podem ser levados de avião para outro local em caixas, voltando a operar rapidamente. Existe um planejamento para que novas unidades sejam criadas nos próximos anos em bases da Força Aérea Brasileira nas regiões Norte e Centro-Oeste do país.



Figura 3: VANT Hermes 450, utilizado pela Força Aérea Brasileira
Fonte: Ministério da Defesa, 2014.



Figura 4: VANT Hermes 450, da FAB
Fonte: FAB, 2011.

A figura 4: Demonstra o VANT Hermes 450, da FAB, participando de uma Operação Militar na região norte do país, em conjunto com o IBAMA, para imageamento de queimadas e extração ilegal de madeiras.



Figura 5: Estação Remota de Pilotagem do Esquadrão Hórus

Fonte: FAB, 2011.

2.4.2 ARP do Departamento de Polícia Federal: Heron I

O Sistema VANT Heron 1, fabricado pela IAI - Israel Aerospace Industries Ltda. é composto pela ARP, estação de controle de solo, sensores embarcados na aeronave, eletro-ópticos, radares, satélites e antena satelital (SatCom Link), que possibilita o controle total do VANT em voo e a recepção das imagens geradas pelo veículo não tripulado. Permite, dentre outras capacidades, fornecer imagem de um local ou área em tempo real, auxiliando o planejamento e a execução de operações pontuais desencadeadas pelo Órgão de Segurança Pública. Entre as principais características do Heron I estão confiabilidade, fácil operação, capacidade para uso simultâneo de até quatro sensores, comunicação via satélite de longo alcance e sistemas de pouso e decolagem automáticos (WEISS, 2014).

A estrutura de uma ARP do tipo Heron I é de material composto em sua maior parte, grafite-epoxy, possibilitando o baixo peso, a alta resistência e uma baixa assinatura radar. Possui um peso de decolagem de 1.150 kg; um comprimento de 8,50 m; uma envergadura de 16,60 m e uma altura de 2,30 m. Tem a possibilidade de atingir o teto operacional de 30.000 ft (pés) e possui uma autonomia de voo de 37 horas. Emprega uma velocidade máxima de 120 kt (nós) e vem equipada com Sistema de freio a disco. O tanque de combustível tem uma capacidade de 620

Litros ou 400 kg, para ser abastecido com Gasolina de Aviação 100 LL (AVGAS) e o consumo de combustível médio é de 18 litros/hora. Tem capacidade para sensores (payload) de 250 kg; um trem de pouso retrátil; um Sistema de Pouso e Decolagem Automático (Automatic Take Off and Landing System (ATOL) e um Motor Rotax 914 com turbo compressor, com Certificação Aeronáutica. Possui, também a capacidade multimissão: decola com 04 (quatro) tipos de sensores instalados, operando simultaneamente (GONÇALVES, 2013).

A vantagem significativa do Heron I é a possibilidade de ser operado de forma autônoma e em quaisquer condições meteorológicas, transmitir as informações e sinais em tempo real, possuir certificações mínimas de Aeronavegabilidade, redundância de sistemas, maturidade operacional e elevado nível de segurança em cenários de operações policiais.

A utilização do VANT decorre de vários fatores, que vai desde a necessidade, em razão da imensa extensão de nossas fronteiras, a carência de satélites nacionais, os baixos custos para obtenção de imagens, a transmissão de imagens em tempo real e a extensão continental de nosso país.



Figura 6: VANT Heron I, utilizado pelo Departamento de Polícia Federal.

Fonte: Ministério da Justiça, 2014.

Segundo MARQUES, 2012,

O Sistema de Veículos Aéreos Não Tripulados do Departamento de Polícia Federal (SISVANT-DPF) está inserido em um projeto que não se resume somente na utilização dos VANT para monitorar as áreas de fronteiras, é um dos oito subprojetos que integram o Centro de Inteligência Policial e Análise Estratégica (CINTEPOL), iniciado em 2007, o qual, entre outras, terá a capacidade de monitorar as áreas de fronteira através das diversas ferramentas de inteligência (incluindo os VANT), com o cruzamento de todas as bases de dados integradas, produção de informações e dados eficientes no combate à criminalidade, de um modo geral, mas, principalmente, o crime organizado.

A utilização de VANT no Brasil deve se intensificar muito nos próximos anos, não só na área de segurança pública, mas também na defesa, nas pesquisas, nas atividades comerciais e na agricultura, seguindo uma tendência que é mundial. Porém, a operação em áreas urbanas no Brasil exige adequado planejamento, ajuste de acordos operacionais a serem firmados com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA/FAB), atendimento a todas as regras (segurança da aviação, habilitação de tripulações, homologação operacional, utilização de frequências e radiotransmissores etc.) impostas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC/SAC) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) (MARQUES, 2012).

A palavra de ordem na utilização e operação de uma ARP é fornecer condições seguras, em todos os aspectos, de forma a operar a aeronave com total segurança. Outros tipos de operação VANT que poderão ser utilizados pela Polícia Federal: Segurança de grandes eventos; Segurança de dignitários; Acompanhamento de alvos (pessoas, veículos, embarcações e aeronaves); Apoio de equipes de solo, com transmissão de imagens em tempo real; Combate ao desmatamento ilegal; Combate a incêndios; Erradicação de plantações de maconha (no Brasil e no exterior); Erradicação de culturas ilícitas em países vizinhos; Combate a assalto a bancos (monitoramento seguro dia e noite e apoio de equipes de solo); Roubo de cargas e veículos (monitoramento em tempo real e detecção de receptadores); imigração ilegal; Patrulhamento de portos (nas atribuições da PF); Monitoramento de estradas (apoio às polícias rodoviárias); Monitoramento de reservas indígenas; Monitoramento de reservas ambientais; identificação de

garimpos ilegais; Combate à pesca predatória; Apoio a ações da Defesa Civil; Apoio a ações de busca e salvamento (SAR); Apoio em atendimento de demandas apresentadas pelas Forças Armadas Brasileiras, Receita Federal do Brasil (RFB), IBAMA, FUNAI, ANATEL etc. (MARQUES, 2012).



Figura 7: ARP realizando um patrulhamento aéreo sobre um estádio
Fonte: O Globo, 2014.

Apesar das dificuldades encontradas, a Polícia Federal brasileira está entre os principais usuários de VANT em todo mundo. O uso do aparelho Heron I, de produção israelense, tem conquistado tanto a confiança como superado em eficácia as expectativas dos policiais. O Heron não é um brinquedo de adulto, suas dimensões chegam quase a de um planador. É 16,60 metros de uma extremidade a outra da asa. Sua autonomia é de 36 horas de voo e atinge uma altitude de 35 mil pés. Desta forma, a segurança é fundamental (MARQUES, 2012).

2.5 OBSTÁCULOS PARA O SETOR AÉREO

A rápida expansão dos VANT civis apresenta um desafio para as entidades reguladoras, para que seja possível a inserção destes no espaço aéreo comum às demais aeronaves e assim garantir a segurança de voo. Os militares têm utilizado veículos aéreos não tripulados durante décadas, com vários níveis de sucesso. Nestes últimos anos, as operações civis de VANT têm aumentado. A maioria dessas utilizações foi concentrada nas operações de vigilância e propaganda, contudo se verifica que um número cada vez maior de empresas manifestam interesse em utilizar aeronaves não tripuladas para outros objetivos comerciais (BARAF, 2010).

As ARPs são comandadas a quilômetros de distância do solo e comandadas por pilotos de aeronaves e helicópteros, especialistas em missões militares de combate e com amplo conhecimento das regras de espaço aéreo. Possui um radar que faz imagens através de nuvens por meio de câmeras diurnas e de infravermelho com altíssima definição (FERREIRA, 2013).

As demandas para o mercado são as mais variadas: monitoramento e segurança; apoio tático; serviço de inteligência; vigilância; monitoramento de abigeato (crime de furto que envolve a subtração de animais de carga e animais para abate, no campo e fazendas); busca e resgate; investigação criminal; segurança patrimonial; monitoramento de tráfego de veículos; avaliação das condições de rodovias; monitoramento de obstáculos em vias rodoviárias; monitoramento contínuo do incêndio; uso de radio detector; monitor para localização de rádios piratas ou fontes de radiação e avaliação de zonas de desastres (FERREIRA, 2013).



Figura 8: Imagem captada por VANT durante o monitoramento de trânsito
Fonte: DENATRAN, 2014.



Figura 9: Imagem captada por VANT em uma manifestação pública
Fonte: Secretaria de Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

A ARP traz benefícios ao mercado Industrial como inspeção em locais de difícil acesso; inspeção de tubulações e dutos; inspeção em linhas de transmissão; coleta de dados de sistemas remotos; acesso a zonas contaminadas e acompanhamento de construções (BARAF, 2010).



Figura 10: Imagem captada por VANT inspecionando linhas de transmissão
Fonte: Companhia Paulista de Força e Luz, 2014.

A identificação e o monitoramento de diversas naturezas constituem um crescente desafio para as instituições governamentais em suas diferentes esferas de atuação. No Brasil, existem inúmeros projetos envolvendo o desenvolvimento e emprego de VANT para diversas aplicações, civis e militares, as quais incluem desde a resposta a desastres naturais, passando pela avaliação de impactos ambientais, monitoramento e levantamento de culturas, monitoramento de linhas de transmissão, entre outras (SILVA, 2013).

Além da redução dos custos de operação quando comparados às aeronaves tripuladas, a utilização de VANT traz a possibilidade de monitoramento de atividades ilícitas em tempo real ou em áreas onde o voo tripulado pode representar um risco a tripulação, o que torna esse instrumento uma excelente alternativa para a área de segurança e defesa abre novas perspectivas para o monitoramento de ilícitos ambientais em áreas de difícil acesso (ANAC, 2012).



Figuras 11 e 12: Pulverização de defensivos e Mapeamento de áreas

Fonte: EMBRAPA, 2014.

As ARP demonstram os benefícios quando utilizado no mercado agrícola para aplicação de defensivos ou adubagem (Mapeamento de áreas para aplicação de defensivo) (GUTIERRES, 2002).



Figura 13: Monitoramento de queimadas

Fonte: IBAMA, 2014.

Como destaca Barat, (2010), no estudo do IPEA denominado “Panorama e perspectivas para o transporte aéreo no Brasil e no mundo”:

Continuará a haver progresso na eficiência dos sistemas de propulsão, na eletrônica de bordo e no uso dos materiais compostos na construção de aeronaves, tornando-as mais leves. Estarão em serviço, tanto grandes aeronaves com 650

assentos, quanto aeronaves de 250 assentos, quanto aeronaves com nenhum assento e maior autonomia de voo.

Essa tendência do mercado reflete a legislação atual que traz uma série de exigências à operação de VANT para fins lucrativos. No segmento governamental, os principais projetos abrangem modelos importados adquiridos pelo governo brasileiro, tais como o Heron 1, da companhia israelense IAI (Israel Aerospace Industries), adquirido pelo Departamento de Polícia Federal e o Hermes 450, da companhia israelense ELBIT, operado pela Força Aérea Brasileira usado para o mapeamento e vigilância da fronteira brasileira, porém ainda não de forma sistemática. (SILVA, 2013).

Em particular, como um surto de atividade VANT está previsto para os próximos anos, é essencial tanto para indústria como para o órgão regulador, reconhecer claramente o caminho a seguir em termos de política e regulamentação e, principalmente, em normas de segurança. Com um número cada vez maior de fabricantes e operadores, é vital que os regulamentos acompanhem a evolução de VANT sem perder de vista as questões de segurança envolvidas nas operações simultâneas de aeronaves tripuladas e não tripuladas (ANAC, 2012).

2.6 SEGURANÇA DA TRIPULAÇÃO

Para o Coronel Laux (2013), os pilotos que compõem o efetivo do Esquadrão Hórus vivem uma situação inédita na Força Aérea: cumprem missões no solo, pilotando as aeronaves, sem efetivamente guarnecer os aviões. O termo Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), criado como uma categoria de Veículo Aéreo Não Tripulado ressalta exatamente o papel do controle do piloto em solo.

Segundo Laux, (2013), já existem regras iniciais sobre o uso militar dos VANT que estão em teste na Força Aérea Brasileira, desde início de 2008. O equipamento tem os sistemas avaliados com frequência e é comandado apenas por pilotos experientes. Além disso, acrescentaram, os voos ocorrem somente em espaço aéreo segregado onde é proibida a entrada de qualquer outra aeronave sem autorização, como forma de garantir a segurança. Desde então a FAB e a ANAC estão trabalhando na regulamentação do uso das Aeronaves Remotamente Pilotadas ou VANT.

Com o emprego dos VANT pela Força Aérea Brasileira, os debates concentram-se sobre a coordenação do espaço aéreo para o uso de SARP em operações, juntamente com outras aeronaves tripuladas. Pois, os sistemas e sensores, por mais confiáveis que sejam, podem, em alguns momentos, não possibilitar a plena consciência situacional dos operadores, o que pode acarretar erros de avaliação (LUNA, 2014).



Figura 14: Debate sobre VANT na Comissão de Relações Exteriores
Fonte: CRE, 2013.

A Comissão de Relações Exteriores realiza um debate, por sugestão da senadora Ana Amélia, ressaltando a preocupação das autoridades brasileiras sobre o assunto.

2.7 LEGISLAÇÃO EXISTENTE NO REINO UNIDO

No Reino Unido, existem dois regimes regulatórios: civis e militares. Os requisitos militares é uma questão para o Ministério da Defesa. Um avião militar inclui qualquer aeronave que o Secretário de Estado da Defesa certifique como avião militar. Toda e qualquer outra aeronave que não seja um avião militar deve

ser considerada como aeronave civil e tratada em conformidade com os requisitos civis, nos termos da legislação de segurança da aviação do Reino Unido (CAA, 2012).

Para atender a essas demandas, a Inglaterra exigiu o cumprimento das normas operacionais e de segurança praticadas pelas aeronaves tripuladas para as operações serem tão seguras quanto às aeronaves tripuladas. Pretende ainda, acompanhar os avanços da tecnologia e contar com o feedback da indústria. O documento Cria a Agência Europeia para a Segurança da Aviação (EASA), utilizam certificado de aeronavegabilidade, Implementação, operações, licenciamento de pilotos, gestão do tráfego aéreo e aeródromos e cada Estado contratante compromete-se a realizar o voo de uma ARP em regiões específicas e separadas das demais aeronaves civis de modo a evitar perigo à aviação civil. (CAA, 2012).

Subdivide os VANT/UAS em 03 grupos e os classificam por massa, tais como: o grupo 1 são de pequenos VANT/UAS de até 20 kg que são consideradas de pequeno porte porém, para fins de tráfego aéreo, é preciso para operar permissão também é necessária; o grupo 2 são de VANT/UAS de porte médio, com peso maior que 20 kg até 150 kg, inclusive; e o grupo 3 são de VANT/UAS de grande porte, com peso maior que 150 kg, e que não é experimental nem utilizada para fins do Estado, serão obrigadas a ter um certificado de aeronavegabilidade da EASA. Algumas categorias de aeronaves civis estão isentas de cumprir o regulamento da EASA; no entanto, permanecem sujeitos à regulamentação nacional (CAP-722, 2012).

As Regras do Estatuto do Ar, na legislação britânica, estabelece condições e restrições aos operadores de UAS com um componente UAV de menos de 07 kg de massa, para garantir a segurança pública, aplicando restrições operacionais adequadas. Estas condições incluem a proibição de voos no espaço aéreo controlado ou dentro de uma zona de tráfego de aeródromo (CAP-722, 2012).

A fim de satisfazer os "Requisitos de seguro obrigatório" e as suas responsabilidades em caso de acidente, todo explorador de um VANT deverá cumprir os níveis mínimos de seguro para terceiros. Para permitir a operação segura e eficiente de aeronaves tripuladas em todas as classes de espaço aéreo britânico, o voo de VANT deverá ser realizado em espaço aéreo segregado (CAA, 2012).

2.8 LEGISLAÇÕES EM VIGOR NO BRASIL

De acordo com a legislação brasileira, que segue as normas internacionais, VANT é considerado aeronave e, portanto, está sujeito à legislação aeronáutica. Portanto, nenhum VANT civil poderá operar no Brasil sem a devida autorização da ANAC e de outros órgãos federais como o DECEA, ANATEL e, em alguns casos, do Ministério da Defesa ou Comando da Aeronáutica (ANAC, 2012).

No Brasil, existem, atualmente, três legislações oficialmente emitidas que versam especificamente sobre VANT/RPA. A primeira é a AIC N° 21/10, uma Circular de Informação Aeronáutica emitida pelo Comando da Aeronáutica, em 2010, e que estabelece alguns procedimentos para a operação de VANT em geral. A segunda é a Decisão N° 127, da ANAC, expedida em 2011, onde fornece diretrizes com a finalidade de autorizar a operação aérea de Aeronave Remotamente Pilotada do Departamento de Polícia Federal. E a terceira e última, é a Instrução Suplementar N° 21-002, Revisão A, também da ANAC, expedida em outubro de 2012, e que orienta a aplicação da seção 21.191 do RBAC-21 (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) para emissão de CAVE (Certificado de Autorização para Voo Experimental) para RPA de uso experimental (pesquisa e desenvolvimento, treinamento de tripulações e pesquisa de mercado) (ANAC, 2012).

2.8.1 AIC n° 21/10

A Circular de Informações Aeronáuticas N° 21/10, tem por finalidade apresentar as informações necessárias para o uso de veículos aéreos não tripulados no espaço aéreo brasileiro, e aplicam-se a todos aqueles que, no decorrer de suas atividades, pretendam ocupar o espaço aéreo brasileiro com voos de VANT. Nesta publicação, as operações de uma ARP, quanto ao seu perfil, são divididas em dois tipos: operação na linha de visada, realizada em obediência às regras de voo visuais – VFR, em que o piloto ou o observador mantém o contato visual direto com a ARP, com vistas a manter as separações previstas, bem como prevenir colisões; e operação além da linha de visada, realizada sob as condições de voo visuais ou por instrumentos – IFR, onde não há a necessidade de manter contato visual com a ARP (DECEA, 2010).

As operações de uma ARP, quanto à sua natureza, também são divididas em dois tipos: operação ostensiva, de caráter geral, realizada na Circulação Aérea Geral, sob coordenação do Órgão Regional e do DECEA; e operação sigilosa, de caráter reservado, realizada na Circulação Operacional Militar, sob coordenação do Órgão Regional e do COMDABRA (DECEA, 2010).

Todo voo de ARP que envolver contato rádio com Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo, deverá, em sua chamada inicial, utilizar a expressão “VANT”, com a finalidade de elevar a consciência situacional dos envolvidos na operação, sem demandar qualquer tipo de tratamento especial por parte do Órgão de Controle de Tráfego Aéreo (LEITE, 2013).

Tendo em vista as limitações impostas pela ausência do piloto a bordo e a atual impossibilidade de uma ARP cumprir com diversos requisitos previstos nas legislações aeronáuticas em vigor, em especial com relação à sua capacidade de detectar e evitar, os voos são sempre realizados em espaços aéreos condicionados (LEITE, 2013).

E com a finalidade de proporcionar um acesso ordenado e seguro dos VANT no Espaço Aéreo Brasileiro, levando-se em conta a ausência de publicações da OACI a respeito, as solicitações para voos de VANT são analisadas caso a caso, em função das particularidades do pedido e levando-se em conta todos os aspectos concernentes à segurança dos usuários do transporte aéreo, entre eles: a operação de qualquer tipo de VANT não deve aumentar o risco para pessoas e propriedades, no ar ou no solo; a garantia de manter, pelo menos, o mesmo padrão de segurança exigido para as aeronaves tripuladas; a proibição do voo sobre cidades, povoados, lugares habitados ou sobre grupo de pessoas ao ar livre (LEITE, 2013).

Os VANT devem se adequar às regras e sistemas existentes, e não recebem nenhum tratamento especial por parte dos Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo. O voo de VANT somente poderá ocorrer em espaço aéreo segregado, definido por NOTAM, ficando proibida a operação em espaço aéreo compartilhado com as demais aeronaves tripuladas; e quando for utilizado aeródromo compartilhado, as operações devem ser paralisadas a partir do início do táxi ou procedimento equivalente até o abandono do circuito de tráfego, na sua saída, e da entrada no circuito de tráfego até o estacionamento total, na sua chegada (DECEA, 2010).

As solicitações para os voos de VANT, no espaço aéreo brasileiro, são encaminhadas aos Órgãos Regionais do DECEA, responsáveis pelo espaço aéreo onde ocorrerão os voos, com uma antecedência mínima de 15 (quinze) dias; e contendo o maior número de informações de interesse do controle do espaço aéreo, tais como: características físicas da aeronave (medidas, peso, asa fixa/rotativa, número de motores.) e da ERP; características operacionais da aeronave (velocidade, teto, autonomia, modo de decolagem/lançamento e de pouso/recuperação); capacidade de comunicação com os Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo, se aplicável; características da operação pretendida (localização exata dos voos, incluindo rotas, altura/altitude, data/horário e duração); a localização da ERP; informações sobre a carga útil, se aplicável; procedimentos a serem adotados no caso de perda de *link*; capacidade de navegação e de detectar e evitar da ARP; e o número de telefone, fac-símile ou *e-mail*, para contato (DECEA, 2010).

A Circular estipula que o Órgão Regional deve elaborar, num prazo de cinco dias úteis, um parecer em que aborda sobre o impacto que a operação terá sobre o fluxo do tráfego aéreo, levando-se em conta a localização exata da área pretendida, as Áreas Terminais, circuitos de tráfego, rotas ATS, SID e IAC; a concentração de pessoas e propriedades na área do voo; e a característica civil, policial ou militar da operação. Se autorizado o voo, o Órgão Regional tomará as providências necessárias à sua realização e comunicará ao usuário, a sua decisão, especificando todas as condições que deverão ser atendidas para a operação. E se a solicitação for negada, o Órgão Regional também comunicará sobre a referida decisão, informando o motivo da proibição, mantendo o usuário sempre informado do andamento do processo (DECEA, 2010).

No caso de utilização de VANT por organizações militares e órgãos públicos de segurança, como Polícias e Receita Federal, algumas restrições poderão ser reavaliadas pelo Órgão Regional e, subsequentemente, pelo DECEA, considerando as peculiaridades da missão requerida. As autorizações e orientações emitidas pelo DECEA aplicam-se somente ao uso do espaço aéreo. Autorizações relativas à Aeronavegabilidade/licença de pessoal e uso de frequências para controle da ARP devem atender às legislações dos órgãos competentes, respectivamente ANAC e ANATEL (DECEA, 2010).

Ressalta, também, que a operação de RPAS dentro de prédios e construções, incluindo ginásios e estádios de futebol (até o limite da sua estrutura) é de total responsabilidade do proprietário, já que não são considerados “espaços aéreos” do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) e não serão regulados pelo DECEA (DECEA, 2010).

2.8.2 Decisão ANAC nº 127

Essa decisão estabelece condições e procedimentos administrativos e operacionais, com vistas a autorizar a operação aérea de Aeronave Remotamente Pilotada do Departamento de Polícia Federal - DPF. Dentre as condicionantes administrativas para requerer a autorização, destaca-se que o DPF deve solicitar à Superintendência de Segurança Operacional (SSO) da ANAC a emissão da portaria de autorização de operação de RPA, apresentando um requerimento no formato e maneira estabelecidos pela ANAC, contendo todas as informações solicitadas pela ANAC (ANAC, 2011).

As Especificações Operativas emitidas para o DPF contêm as autorizações, limitações e procedimentos segundo os quais cada espécie de operação deve ser conduzida; e outros procedimentos segundo os quais cada classe e tamanho de aeronave deve ser operada. As condicionantes operacionais estabelecem, dentre outras, que o DPF não pode realizar uma operação de RPA se colocar em risco o tráfego aéreo ou pessoas e bens na superfície. E o piloto em comando de uma RPA só poderá comandar a decolagem da referida aeronave se estiver certificado e qualificado como piloto de RPA; se existir autorização específica do Comando da Aeronáutica para a operação; e se a aeronave estiver com sua situação regularizada perante ANAC, não possuindo qualquer restrição que possa afetar essa operação (ANAC, 2011).

O DPF não pode operar uma aeronave remotamente pilotada se a aeronave ou outra aeronave do mesmo fabricante e de projeto similar não tiver sido previamente submetida a um processo de avaliação operacional pela ANAC, incluindo a execução de todos os procedimentos previstos no *check-list* de operação regular da aeronave. A avaliação operacional deve ser conduzida de forma a verificar a adequabilidade dos requisitos mínimos para a obtenção do RPC

(Certificado de Piloto de Aeronave Remotamente Pilotada), dos programas de treinamento propostos, dos dispositivos de treinamento aplicáveis e das publicações operacionais pertinentes. A ANAC, a seu critério, poderá realizar o acompanhamento de seções de treinamento (teóricas, práticas ou simuladas), realização de voos de familiarização e de avaliação operacional (ANAC, 2011).

O DPF deve permitir, a qualquer tempo, que a ANAC faça inspeções ou exames para verificar a conformidade do operador com o Código Brasileiro de Aeronáutica, com os RBHA ou RBAC aplicáveis, com as disposições contidas nesta Decisão, com a sua portaria de autorização de operações aéreas e suas EO. Dependendo da natureza da operação, em que existem circunstâncias especiais provendo um nível de segurança equivalente, a ANAC poderá autorizar isenções às condicionantes desta Decisão (ANAC, 2011).

Nenhum piloto de uma ARP pode comandar pousos ou decolagens em um aeródromo, a menos que ele atenda as condições estabelecidas em normas da ANAC e às determinações específicas editadas pelo Comando da Aeronáutica. E quando autorizado à operação em um determinado aeródromo, o piloto deve identificar a direção e a intensidade do vento pela observação de um indicador no solo ou por informação da estação de solo local; os limites da área a ser usada para pátio de estacionamento, pista de táxi, decolagem ou pouso; e obter autorização prévia do órgão de Controle de Tráfego Aéreo responsável pela coordenação no aeródromo, quando este existir. Caso o aeródromo não possua iluminação de pista para as operações noturnas, a ANAC pode autorizar o uso de lampiões e candeeiros a ser utilizado para pousos e decolagens em operações especiais do DPF (ANAC, 2011).

Outra condicionante operacional refere-se à concessão do RPC, assim como as prerrogativas e condições para o exercício das funções pertinentes de piloto de aeronave remotamente pilotada. A concessão do RPC é condicionada à concessão ou revalidação da habilitação de voo por instrumentos (IFR) correspondente à licença de piloto comercial - PC/PCH, ou de piloto de linha aérea - PLA/PLAH (avião/helicóptero); tendo como pré-requisitos que o solicitante tenha completado 18 (dezoito) anos de idade e tenha concluído, com aproveitamento, o ensino médio, além de pertencer ao quadro efetivo de servidores do DPF. Deve ser detentor de uma licença de piloto comercial (PC/PCH) ou superior (PLA/PLAH), conforme o

estabelecido no RBHA 61 ou RBAC; detentor de um Certificado Médico Aeronáutico (CMA) de 1ª classe, válido; e ainda possuir habilitação em voo por instrumentos (IFR) válidos; tendo sido aprovado pelo fabricante em curso teórico e prático de voo da aeronave que irá operar; tendo realizado as instruções práticas em simulador de voo (operação normal e emergências) (ANAC, 2011).

O solicitante de RPC deve ter recebido instrução da referida aeronave de um instrutor de voo designado pelo fabricante ou pela ANAC que deve assegurar-se de que o solicitante possui experiência operacional ao nível do desempenho exigido para um piloto, conforme o manual de treinamento aprovado pelo fabricante, e no mínimo nos seguintes aspectos: procedimentos anteriores ao voo, despacho da aeronave, incluindo determinação de peso e balanceamento, inspeções e serviços da aeronave; operações em aeródromos e em circuito de tráfego; precauções e procedimentos relativos à prevenção de colisões; controle da aeronave; voo em velocidades críticas altas; decolagens e aterrissagens normais, com vento de través e arremetidas no ar; manobras básicas de voo e recuperação de atitude anormal; procedimentos e manobras anormais e de emergência, incluindo falhas simuladas dos equipamentos ou sistemas da aeronave; e operações com origem, destino ou trânsito em aeródromos controlados ou não controlados, cumprindo os procedimentos dos serviços de controle de tráfego aéreo e os procedimentos e fraseologia de radiocomunicações (ANAC, 2011).

O DPF deve possuir todos os registros e arquivos referentes à operação e instrução de seus tripulantes na forma e maneira estabelecidas pela ANAC, tanto para as aeronaves tripuladas quanto para as remotamente pilotadas. No tocante à experiência em aeronaves tripuladas, o solicitante deve manter a proficiência técnica correspondente a sua licença, bem como sua habilitação por instrumentos e o solicitante deve ter demonstrado sua capacidade para executar, como piloto em comando, os procedimentos e manobras especificadas nos parágrafos relativos à instrução de voo pertinente, com um grau de competência apropriado às prerrogativas que o RPC confere ao seu detentor e para operar a aeronave dentro de suas limitações de emprego; executar todas as manobras com suavidade e precisão; revelar bom julgamento e aptidão de pilotagem; aplicar os conhecimentos aeronáuticos; e manter o controle da aeronave durante todo o tempo do voo, de modo que não ocorram dúvidas quanto ao êxito de algum procedimento ou manobra

(ANAC, 2011).

O solicitante deve demonstrar também, habilidade, de modo que a navegação da aeronave e o gerenciamento de todos os recursos no ambiente da estação de controle (ERP) sejam considerados satisfatórios, incluindo os seguintes aspectos: navegação manual da aeronave; monitoramento da navegação automática da aeronave; procedimentos de troca de comando; procedimentos associados à perda e recuperação do *link* de controle; e demais procedimentos anormais e de emergência – modos de falha de componentes da aeronave e/ou da estação de controle e procedimentos de contingência associados. O piloto detentor de um RPC pode ser cassado pela ANAC se comprovado, em processo administrativo ou em exame de saúde, que o respectivo titular não possui idoneidade profissional ou não está capacitado para o exercício das funções especificadas em seu certificado. Além do prescrito nesta Decisão, o DPF deve atender às regras estabelecidas e firmadas em acordo operacional com o Comando da Aeronáutica (ANAC, 2011).

2.8.3 Instrução suplementar n° 21-002, revisão A, ANAC

A publicação objetiva orientar e detalhar os trâmites administrativos necessários e os requisitos mínimos para a emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE) aplicado aos Sistemas de Veículo Aéreo Não Tripulado. E destaca que o registro de aeronaves no Registro Aeronáutico Brasileiro – RAB, é um pré-requisito necessário para a emissão de um CAVE (ANAC, 2012).

Define que as operações de RPAS não devem apresentar ou criar um risco maior, enquanto em voo ou em solo, do que aquele atribuído a operações de aeronaves tripuladas para pessoas, propriedades, veículos ou outras aeronaves. Todos os itens destes IS são aplicáveis às RPA que se pretenda operar a mais de 400 ft acima da superfície terrestre (*Above Ground Level* – AGL) ou além da linha de visada, ainda que abaixo desta altura. Também é aplicável às RPA com peso máximo de decolagem superior a 25 kg, ainda que operando em linha de visada e abaixo de 400 ft AGL (ANAC, 2012).

Devido à grande variedade de tipos de aeronaves e métodos de construção que fazem parte de um RPAS e à grande variedade de operações possíveis, a

emissão do CAVE para a RPA abrange também o modelo da estação de pilotagem remota e outros componentes do RPAS (ANAC, 2012).

E esta publicação, estabelece também que na solicitação de um CAVE, o requerente incluirá informações sobre o propósito da operação experimental; nome, modelo e número de série da aeronave; desenho das três vistas da aeronave, com cotas; descrição das características físicas (peso, superfícies de comando, tipo de trem de pouso, configuração aerodinâmica etc.); nome e modelo da estação de controle; descrição dos equipamentos de telemetria, lançamento e recuperação; descrição dos equipamentos de comunicação e navegação; descrição do espectro de frequência utilizado pelos enlaces de comando e controle e da carga paga e autorização da ANATEL; as capacidades de comunicação com o controle de tráfego aéreo e entre os membros da equipe de RPAS; descrição dos procedimentos em caso de perda dos enlaces de comando e controle; lista de verificação de segurança; manual de voo da aeronave (limites, desempenho, procedimentos normais, anormais e de emergência) e listas de verificação operacionais – *check-list* (ANAC, 2012).

Todas as regras para registro, identificação e marcas de matrícula usados em aeronaves tripuladas são aplicáveis aos RPA, exceto quando não for possível aplicá-las devido às dimensões reduzidas da RPA. E quando em funcionamento e operação, todos os RPAS devem apresentar níveis mínimos de capacidade de subida e margem de manobra, adequados à sua missão, levando em conta as proporções físicas do veículo e a faixa de velocidades de operação; bem como ser capazes de informar a posição e a altitude para o piloto em comando, e este deve monitorá-las continuamente. Isto ajuda o piloto em comando a manter a consciência situacional e assegurar que a aeronave permaneça dentro dos limites operacionais apropriados (ANAC, 2012).

Conforme definido pela ANATEL, os enlaces de comando e controle e de comunicação de voz e de dados dos RPAS somente poderão utilizar radiofrequências destinadas em caráter primário ao Serviço Móvel Aeronáutico – SMA, ao Serviço Móvel Aeronáutico em Rota – SMA(R), ao Serviço Móvel Aeronáutico por Satélite – SMAS e ao Serviço Móvel Aeronáutico por Satélite em Rota – SMAS(R), ou qualquer outra radiofrequência destinada em caráter primário à realização de testes para os quais o requerente possua uma autorização para fins

científicos e experimentais, de forma a assegurar a confiabilidade do sistema (ANAC, 2012).

Para cada modelo de RPAS para o qual seja requerido um CAVE com propósito de pesquisa ou de treinamento de tripulações, o fabricante deverá disponibilizar um conjunto de procedimentos para inspeções, manutenção, estação de reparo, diagnósticos em voo, sistema de terminação de voo, sistema de prevenção de colisão e lista de verificação. As inspeções e manutenções devem ser registradas nos registros de manutenção do RPAS, contendo as informações do trabalho executado; a data de conclusão do trabalho; o tempo total de serviço do RPAS e o nome e a assinatura do responsável técnico pela tarefa (ANAC, 2012).

Inspeções de rotina serão realizadas pela ANAC, com vistas a verificar se o sistema de controle de voo opera adequadamente; se os motores, hélices e instrumentos associados operam de acordo com as instruções do fabricante; se todos os elementos da estação de pilotagem remota operam apropriadamente; e o peso e balanceamento da aeronave. Além de verificar a Aeronavegabilidade da aeronave, a documentação do RPAS e o próprio RPAS. No caso de o operador não cumprir com as condições e limitações estabelecidas pelo CAVE, ou com os regulamentos de aviação civil aplicáveis, ou, ainda, se a operação da aeronave for considerada insegura e perigosa para outros (ANAC, 2012).

2.8.3.1 Requisitos de Segurança

A Avaliação da Segurança de Sistemas deve considerar o projeto dos sistemas do RPAS e não deve ser restrita apenas à aeronave em si. Uma avaliação de risco consiste na identificação dos perigos e na sua classificação quanto à severidade e probabilidade de ocorrência, como forma de dimensionar os riscos existentes e permitir sua comparação com um nível de risco considerado aceitável. Dependendo do perigo associado à operação, tipicamente resultante das características físicas da aeronave, assim como das condições operacionais, pode ser aceita uma avaliação simplificada ou podem ser requeridas análises adicionais. Desta forma, poderá ser necessário uma “Avaliação de Risco Associada ao Projeto” semelhante à metodologia utilizada para as aeronaves tripuladas – Avaliação de Segurança de Sistemas (*System Safety Assessment – SSA*) (IS-N°21-002, ANAC).

Faz-se necessário que um requerente de CAVE para RPAS desenvolva uma Avaliação da Segurança de Sistemas (*System Safety Assessment – SSA*) como forma de atender a necessidade de elaboração de um Relatório de Avaliação de Risco. Uma avaliação da segurança do RPAS deve ser realizada para demonstrar que o sistema apresenta um nível de segurança aceitável, ou seja, que o projeto tem características compatíveis com o propósito e o tipo de operação a serem autorizados pela ANAC (ANAC, 2012).

O processo de SSA deve ser planejado e gerenciado de modo a fornecer a garantia necessária de que todas as condições de falha relevantes foram identificadas e todas as combinações significativas de falhas que poderiam causar tais condições foram consideradas. O processo de SSA de um RPAS é uma avaliação sistemática e abrangente do sistema implementado para demonstrar que os objetivos de segurança foram alcançados. Para a avaliação, o requerente pode levar em conta medidas mitigadoras, como a capacidade de recuperação de emergências, se disponível. No entanto, a existência de tal capacidade não deve ser usada como compensação para quaisquer falhas ou não cumprimentos, uma vez que a história da indústria aeronáutica demonstra que a segurança de um projeto não deve se apoiar em um único pilar (ANAC, 2012).

Uma SSA tipicamente envolve, mas não se limita, a uma análise quantitativa dos eventos considerados mais críticos, como forma de garantir que o projeto apresente um nível de segurança aceitável. No entanto, a análise quantitativa não será sempre exigida para emissão de um CAVE, sendo apenas requerida, a critério da ANAC, dependendo da complexidade do RPAS, dimensões e pesos, riscos da operação pretendida e propósito do certificado. Desta forma, uma análise de segurança de sistemas neste estágio deverá contemplar, pelo menos a análise geral de segurança de sistemas para CAVE; *Functional Hazard Assessment – FHA*; *Fault Tree Analysis – FTA* ou *Dependence Diagram – DD*; *Failure Modes and Effects Analysis – FMEA*; e sumário da avaliação. O objetivo da Análise Geral de Segurança de Sistemas é fazer uma primeira análise dos requisitos de segurança dos sistemas e determinar se é razoável esperar que a arquitetura proposta satisfaça os objetivos de segurança que serão identificados pelo FHA (ANAC, 2012).

É esperado que, ao final desse processo, seja possível determinar, com razoável confiança, o nível de segurança do projeto avaliado. Caso seja considerado

necessário, de acordo com o risco apresentado em função de dimensões físicas, tipo de operação ou outros critérios, a ANAC poderá requerer análises adicionais. Como se trata de um processo interativo, em que análises subsequentes podem levar à reavaliação de premissas adotadas nos estágios iniciais, é esperado que esta análise fosse realimentada com resultados das análises subsequentes (ANAC, 2012).

A análise geral deve identificar as estratégias de proteção, levando em conta o conceito de “*fail-safe*” e os atributos de arquitetura que podem ser necessários para satisfazer os objetivos de segurança. Este conceito considera os efeitos de falhas e de combinações de falhas na definição de um projeto seguro, aplicando os seguintes objetivos básicos relativos a falhas: em qualquer sistema ou subsistema, a falha de qualquer elemento, componente ou conexão única durante qualquer voo deve ser presumida, independentemente de sua probabilidade e tais falhas simples não devem ser catastróficas; falhas subsequentes durante o mesmo voo quer sejam evidentes ou latentes, e suas combinações devem ser assumidas, a menos que seja demonstrado que sua probabilidade conjunta com a primeira falha é extremamente improvável (ANAC, 2012).

O conceito de “*fail-safe*” usa os seguintes princípios ou técnicas de projeto como forma de garantir um projeto seguro: integridade ou qualidade projetada, incluindo limites de vida, para garantir a função pretendida e prevenir falhas; redundância ou sistemas de *backup* para permitir o funcionamento continuado após qualquer falha simples (ou outra combinação definida de falhas); isolamento ou segregação de sistemas, componentes e elementos de modo que a falha de um não cause a falha de outro; confiabilidade comprovada de maneira que não seja esperado que falhas múltiplas e independentes ocorram durante o mesmo voo; alerta ou indicação de falhas para fornecer capacidade de detecção; procedimentos para a Equipe de RPAS especificando ações corretivas a serem tomadas após a detecção da falha; contenção de efeitos de falhas, incluindo a capacidade de suportar danos, para limitar o impacto na segurança ou os efeitos de uma falha; controle ou direcionamento dos efeitos de uma falha de uma maneira que limite seu impacto em segurança; margens ou fatores de segurança para lidar com condições adversas indefinidas ou não previsíveis e tolerância a erro que considere efeitos adversos ou erros previsíveis durante o projeto, teste, fabricação, operação e

manutenção do RPAS (ANAC, 2012).

O uso de apenas um desses princípios ou técnicas é raramente adequado. Uma combinação de dois ou mais é geralmente necessária para fornecer um projeto “*fail-safe*”, isto é, garantir que as condições de falha *major* sejam remotas, condições de falha *hazardous* seja extremamente remotas e condições de falha catastróficas sejam extremamente improváveis. Para isso, o fabricante deve identificar e capturar todos os requisitos de segurança de sistema (por exemplo, estratégias de proteção, tais como particionamento, uso de software certificado, uso de equipamento já certificado para emprego em aeronave tripulada, dissimilaridade, monitoramento, dispositivos de recuperação de emergências etc.) (ANAC, 2012).

Uma vez que os RPAS apresentam grande dependência do funcionamento dos seus sistemas para a realização de um voo seguro, e que sistemas sujeitos a falhas com criticalidade *hazardous* ou catastrófica em geral contêm redundância, é recomendado que os sistemas redundantes não estejam sujeitos a falhas de modo comum. Quando usando sistemas eletrônicos bastante integrados e complexos, existe a possibilidade de que análises de segurança utilizadas para determinar riscos em sistemas tradicionais, não complexos, não sejam suficientes. Portanto, recomenda-se que, adicionalmente, sejam consideradas outras técnicas, como *Development Assurance Process* ou técnicas de análise e avaliação estruturada aplicada no nível aeronave, se necessário, ou pelo menos considerando os sistemas integrados ou interativos. O uso sistemático destas técnicas aumenta a confiança de que os erros nos requisitos ou projeto dos sistemas e os efeitos de integração e interação foram adequadamente identificados e corrigidos (ANAC, 2012).

A Análise Inicial de Segurança de Sistemas deve conter uma análise qualitativa sobre as características adotadas para lidar com o risco de abalroamento (colisão em voo ou em solo com outra aeronave). Para isso, devem ser elencadas medidas mitigadoras que podem incluir, por exemplo, uso de transponder, de câmeras para monitoramento do espaço aéreo próximo, características de visibilidade da aeronave, e ainda, dependendo do tipo de operação, limitações operacionais e dimensões físicas da aeronave (ANAC, 2012).

Também deve ser apresentada uma análise qualitativa associada ao risco de atos de interferência ilícita contra o sistema de comando e controle – C2 da aeronave. Devem ser apresentadas as características do sinal utilizado, técnicas de

criptografia adotadas, características de salto em frequência e/ou qualquer outra medida adotada pelo fabricante para lidar com esse risco (ANAC, 2012).

Um *Functional Hazard Assessment* deve ser conduzido no início do ciclo de desenvolvimento do RPAS. Ele deve identificar e classificar as condições de falha associadas às funções e combinações de funções do RPAS. O objetivo do FHA é identificar claramente cada condição de falha, assim como as razões para sua classificação. Após a alocação das funções do RPAS para os sistemas, cada sistema que integra múltiplas funções do RPAS deve ser reexaminado usando o processo de FHA. O FHA deve então ser atualizado para considerar a falha de uma ou várias funções alocadas para o sistema (ANAC, 2012).

Na medida do possível, as condições de falha devem ser classificadas conforme tradicionalmente adotado para aeronaves tripuladas. A ANAC reconhece que os objetivos de segurança dos RPAS são diferentes daqueles de aeronaves tripuladas, isto é, considerações devem focar na proteção para pessoas e propriedades no solo e para outras aeronaves. Desta forma, é necessário redefinir os critérios de classificação das condições de falha para aeronaves não tripuladas para melhor refletir tais diferenças. O objetivo é garantir um nível de segurança aceitável para equipamentos e sistemas utilizados no RPAS (ANAC, 2012).

Desta forma, considera-se que a Avaliação da Segurança de Sistemas do RPAS demonstra que o projeto atinge um nível aceitável de segurança quando os objetivos do FHA e do projeto “*fail-safe*” forem cumpridos; o nível de segurança projetado for compatível com o risco decorrente das características físicas e de operação do RPAS; e o RPAS não possuir características consideradas inseguras pela ANAC (ANAC, 2012).

3 METODOLOGIA

Para o alcance do objetivo deste estudo, optou-se pelo método de pesquisas exploratórias, embora muitas vezes assume uma forma de pesquisa bibliográfica ou estudo de caso. Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maiores detalhes com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito e o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é flexível, e possibilita a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado e envolve levantamentos bibliográficos, entrevistas com operadores, análise e exemplos com o tema pesquisado (GIL, 2002).

Para obter os dados sobre as regras de operação, informações gerais sobre a ARP, procedimentos administrativos a serem cumpridos pelo explorador de ARP junto ao Comando da Aeronáutica e as medidas de segurança aplicadas no espaço aéreo, foi realizada uma visita à Subdivisão de Gerenciamento de Tráfego Aéreo e à Subdivisão de Operações Militares do Segundo Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo - CINDACTA II, com sede na cidade de Curitiba – PR. Organização Militar subordinada ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo, do Comando da Aeronáutica, responsável por receber e analisar todos os processos de solicitação para a utilização dos equipamentos VANT na região sul do país, e emitir autorizações no que se refere ao uso do espaço aéreo sob sua jurisdição, quanto ao cumprimento das legislações aeronáuticas em vigor.

No desenvolvimento deste trabalho foi adotada uma metodologia composta pelas seguintes etapas interdependentes: principais características dos modelos de ARP existentes no mercado e dos sistemas que os compõem; breve relato das regras adotadas no Reino Unido, previstas no documento CAP722 - *Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace – Guidance*, uma legislação inglesa que versa sobre o uso de equipamento UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) no espaço aéreo britânico; e descrição das regras existentes no Brasil, previstas na AIC N° 21/10, uma Circular de Informação Aeronáutica emitida pelo Comando da Aeronáutica, na Decisão N° 127 da ANAC e na Instrução Suplementar N°21-002, da ANAC, que estabelecem procedimentos seguros para operação de um equipamento ARP.

4 RESULTADO DA PESQUISA

Quando se fala da utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) no Brasil, um dos primeiros argumentos que surge na discussão é sobre a regulamentação de sua operação no âmbito do espaço aéreo brasileiro. Sabemos que todas as ARP estão sujeitas às regras da Circulação Aérea Geral e/ou Militar, conforme o caso. A prática demonstra que o uso de VANT em operações militares não tem ocasionado muitos transtornos, uma vez que a natureza da missão exige e necessita dos ganhos e benefícios advindos do uso desses equipamentos. As ARP militares atuam em proveito da Soberania Nacional, da Ordem e da Segurança Pública, e a disciplina e doutrina no cumprimento de regras de seus operadores, fazem com que essas operações sejam concluídas com muito êxito.

Toda a preocupação das autoridades governamentais recai sobre a utilização das ARP para o uso civil. Algumas publicações já existem e servem para orientar os usuários em alguns aspectos: a AIC-21/10, aborda os processos administrativos e requisitos operacionais para que uma ARP utilize o espaço aéreo brasileiro; a Decisão 127 da ANAC esclarece sobre os trâmites administrativos e os requisitos de Aeronavegabilidade para o uso específico da ARP do Departamento de Polícia Federal; e a Instrução Suplementar N°21-002 ANAC, orienta os trâmites administrativos necessários e os requisitos mínimos para a emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE), bem como os requisitos de segurança quanto à Avaliação de Risco Associada ao Projeto.

As regras de operações são essenciais para a introdução desse novo tipo de aeronave em espaços aéreos segregados ou compartilhado com as demais aeronaves tripuladas, e vai muito além do que prevê as legislações que ora vigoram no país. Assim, descrevemos alguns procedimentos que, se seguidos e somados àqueles já existentes, contribuem sobremaneira à segurança de voo.

É de caráter obrigatório e fundamental que toda empresa exploradora ou proprietário de uma ARP apresente, primeiramente, toda a documentação necessária à ANAC para que sejam analisadas as questões referentes à Aeronavegabilidade, licença de pessoal e a emissão do Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE) aplicado aos Sistemas de Veículo Aéreo Não

Tripulado. A Certificação é o requisito principal exigido para a homologação do equipamento tipo, sem a qual, nenhum voo de ARP será autorizado.

Após a emissão do CAVE a empresa, explorador ou proprietário de uma ARP deverá apresentar ao Órgão Regional do DECEA as suas intenções de voo, para que sejam analisados os impactos operacionais gerados na Circulação Aérea Geral, quando do uso do espaço aéreo. A autorização emitida pelo Órgão Regional acompanhará, quando for o caso, de orientações e informações úteis ao explorador da ARP, tais como: as restrições de área de voo, as limitações de altitude, as frequências dos órgãos de controle de tráfego aéreo no setor, etc.

A empresa exploradora ou o operador de uma ARP é sempre o responsável por manter a Aeronavegabilidade continuada da sua aeronave e o piloto em comando é o responsável por registrar discrepâncias nos sistemas descobertos durante a operação. As manutenções, inspeções e reparos das ARP devem ser executados seguindo as orientações do fabricante.

É essencial que a ARP tenha um equipamento do tipo TCAS (Sistema Anticolisão de Tráfego) instalado a bordo (ERP), como forma de fornecer ao piloto o poder de detectar e evitar. Esse sistema sugere ao piloto manobras evasivas de forma a evitar colisão com outras aeronaves em voo no espaço aéreo. Quando o serviço de tráfego aéreo estiver disponível para monitorar os voos de ARP, o controlador deverá divulgar a informação de voo para as ARP e para outras aeronaves operando nos arredores do espaço aéreo reservado, sempre que for necessário.

As comunicações bilaterais devem ser sempre mantidas entre o controlador e o piloto remoto, de forma a aumentar a consciência situacional do piloto. E nos indicativos de chamada de uma ARP, palavras ou códigos conhecidos e acordados por ambos deverão ser utilizados, no primeiro contato, para garantir que os controladores tenham a plena consciência de que estão lidando com um voo de ARP.

Para voos de ARP que tenham a intenção de voar em espaço aéreo controlado, além de ser necessária uma autorização do órgão de controle, é compulsória a instalação e utilização de Equipamento Radar Secundário de Vigilância - SSR (Transponder), para que o serviço radar seja prestado.

Devido o motivo de ainda não existir critérios técnicos que permitam a operação simultânea em espaço aéreo compartilhado com outras aeronaves tripuladas, a operação de ARP deverá ser realizada sempre em espaço aéreo segregado. Todo o voo de ARP em espaço aéreo brasileiro, quando autorizado pelo Órgão Regional, não deverá ser realizado sobre cidades, vilas, povoados ou em áreas habitadas.

Para que sejam inseridas as rotas e realizadas todas as coordenações necessárias referentes à ativação dos espaços aéreos pertinentes, o plano de voo de uma ARP conterá todos os trechos e tempos a serem voados, e deverá ser encaminhado com uma antecedência de, no mínimo, duas horas antes do voo. O objetivo é de estabelecer áreas de interesse para a utilização do espaço aéreo, necessário para a elaboração de um Acordo Operacional que conterá procedimentos, atribuições e responsabilidades a serem observadas pelo órgão regional e pelo operador RPAS.

A fim de que sejam resguardadas as questões como segurança, privacidade, responsabilização por danos a terceiros e o mau uso do equipamento, que tem capacidade de monitorar informações privadas, necessário se faz o estabelecimento de uma distância e altitude mínima de aproximação de uma ARP com as edificações e pessoas. O mínimo razoável sugerido para esses casos é uma altitude de 500 ft e 300 m de distância.

Diferentemente do espaço aéreo, que deverá ser segregado, o uso dos aeródromos poderá ser compartilhado para a saída de uma ARP, desde que autorizado pelo Órgão Regional do DECEA. No entanto, recomenda-se que a área segregada a ser utilizada esteja a uma distância de, no mínimo, 05 NM (cinco milhas náuticas), do referido aeródromo. Para isso, há de se considerar o movimento diário do aeródromo para que possíveis manobras operacionais de interdição do aeródromo possam ser autorizadas, também pelo DECEA, após a avaliação e a respectiva emissão do parecer técnico, de modo que 15 minutos antes da decolagem e do pouso da ARP, o aeródromo seja “fechado” ou interditado para as demais aeronaves tripuladas; sendo autorizados somente, os casos de emergência declarada.

Recomenda-se também que, após a decolagem de um determinado aeródromo, a ARP execute uma subida na vertical desse aeródromo, em órbita, com

a finalidade de se evitar as áreas povoadas. Prossegue, então para a área segregada designada, via corredor previamente estabelecido, somente após atingir a altitude de voo autorizada.

Para que as instruções emitidas por um órgão de controle sejam cumpridas em uma escala de tempo razoável, é imperativo que exista a capacidade de assumir o controle ativo e imediato da aeronave em todos os momentos do voo. Todo piloto, explorador ou proprietário de uma ARP deverá possuir procedimentos alternativos que deverão ser postos em prática para, entre outros, a recuperação de quaisquer emergências e/ou a perda de link de controle.

Toda ARP deverá apresentar a capacidade de recuperação de emergência, ou seja, um certo grau de autonomia, havendo meios de o piloto intervir, a fim de assegurar que as operações aéreas sejam possíveis, mesmo durante o evento de perda de todos os enlaces de comando e controle. O piloto em comando da ARP deve se certificar que os comandos e mecanismos que provêm a capacidade de recuperação de emergência estejam em perfeito funcionamento antes da aeronave iniciar seu voo.

Se for necessário, para mitigar os efeitos de certas condições de falha, a ARP poderá consistir de um sistema de terminação do voo ou de procedimentos de recuperação de emergência. Em decorrência desta capacidade, o RPAS poderá ser danificado ou perdido como consequência do seu uso, mas não poderá haver nenhum risco adicional para pessoas ou bens no solo. Se a capacidade de recuperação de emergência se basear na seleção prévia de locais de emergência, esses locais deverão ser áreas não populosas. Falha em atingir esses locais deve ser levada em consideração na análise de risco.

Cabe ressaltar que está prevista ainda para este ano de 2014, a publicação de um manual sobre o uso do equipamento ARP. Um cronograma de ações e estudos foi definido até 2018, pela ANAC e pelo DECEA, tendo sempre como foco principal a segurança de voo com o uso desses equipamentos. Questões ainda pendentes como segurança, privacidade, responsabilização por danos a terceiros, faixas de frequências de comunicação a serem utilizadas devem ser consideradas na efetiva regulamentação dos VANT.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que é recente a tecnologia de utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), especialmente em nosso país. A Polícia Federal pretende utilizá-los no combate ao crime e as Forças Armadas já os utilizam, especialmente, no âmbito do Sistema de Vigilância.

O controle desse tipo de aeronave pode ser exercido diretamente por um piloto localizado em uma estação remota de pilotagem, por meios eletrônicos e computacionais, sob a supervisão e governo humanos. A finalidade de regularizar as normas para colocar em prática o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas, possibilita as operações de inúmeras instituições públicas no combate contra os atos ilícitos e o uso no mercado privado civil.

É vital que os regulamentos evoluam com os desenvolvimentos tecnológicos na área, sem perder o foco nos assuntos de segurança de voo relacionados à operação simultânea de aeronaves tripuladas e não tripuladas. Pretende-se que este assunto seja constantemente avaliado e revisado, para lidar com os avanços da tecnologia, experiência da indústria, reconhecimento de melhores práticas e mudanças nos regulamentos que sejam desenvolvidos para satisfazer essas demandas.

Os desafios com a chegada dos VANT, a mais nova tendência em sensoriamento remoto, ao Brasil, são inúmeros. A utilização de VANT traz a possibilidade de monitoramento de atividades em áreas de segurança e defesa e abre novas perspectivas para o mercado privado. Os seus benefícios para a sociedade são inegáveis, o que agiliza o processo de regulamentação do setor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, José Augusto de. O maior desafio, no mundo todo, é tentar integrar a aeronave remotamente pilotada às aeronaves pilotadas. **Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)**. Acesso em: 17/03/2014.

ALMEIDA, José Augusto de. Normas de segurança para implantação dos Vant civis no Espaço aéreo brasileiro: uma nova abordagem. **R. Conex. SIPAER**. V. 2, nº 1, nov. 2010.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil 2012. Instrução Suplementar - **IS Nº 21-002 Revisão A**, 2012 (ANAC). Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2012/IS%2021-002A.pdf>>. Acesso em: 10/03/2014.

ANAC - Agencia Nacional de Aviação Civil. **Instrução suplementar** - emissão de certificado de autorização de voo experimental para sistemas de veículo aéreo não tripulado. 2012.

ANAC, Agencia Nacional de Aviação CIVIL. **Demanda na Hora Pico Aeroportos da Rede**. INFRAERO, 2006.

ANAC. **Regulamentação de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas**. Disponível em: [Www.pilotopolicial.com.br/anac-realizara-workshop-para-regulamentação](http://www.pilotopolicial.com.br/anac-realizara-workshop-para-regulamentacao). Acesso em: 08/03/2014.

ANAC. **Regulamentação de VANTs no Brasil**. In: Seminário Vants – MundoGEO 2012. Palestras... São Paulo: MundoGEO, 2012.

BARAT, Josef. Projeto perspectiva do desenvolvimento brasileiro livro eixo de infraestrutura econômica. **Panorama e perspectivas para o transporte aéreo no brasil e no mundo**. 2010.

BARAT, Josef. O desafio das infraestruturas. **Jornal O Estado de São Paulo**. Pág. B2, 2010.

BARRETO, Mena. **Nova regulamentação das operações com VANT no Brasil**. 2013. Disponível em: www.pilotopolicial.com.br/regulamentacao-das-operacoes-com-vant-no. Acesso em: 17/03/2014.

BRASIL. Instituto de Aviação Civil (IA), 21/10 de setembro de 2010. **Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros**. Rio de Janeiro. 2005.

BRASIL. Ministério da Defesa, Portaria Normativa nº 606, de 11 de junho de 2004. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Seção 2, p.8. 2004.

BRASIL. **Veículos Aéreos não Tripulados**. Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Subdepartamento de Operações. AIC Nº 21/10, 2010.

CAA - Civil Aviation Authority - **All rights reserved**. Copies of this publication may be reproduced for personal use, or for use within a company or organisation, but may not otherwise be reproduced for publication. CAP. 722. 2012.

CENIPA - Civil Aviation Authority, **Safety Regulation Group. Norwich**. CAA (2008), Global Fatal Accident Review 1997-2006 (no. CAP. 776). Civil Aviation Authority, Safety Regulation Group. Norwich. (2009).

DENATRAN. **Indicadores de acidentes e vítimas de trânsito**. 2010.

FAB - **Forças Armadas**. FAB cria esquadrão de aeronaves remotamente pilotadas. 2011. Disponível em:
[hh://contextolivre.blogspot.com.search/label/forcasarmadas](http://contextolivre.blogspot.com/search/label/forcasarmadas). Acesso em: 10/03/2014.

FAB - **Operação Ágata** – Aeronave remotamente pilotada localiza pista clandestina na fronteira. 2011.

FAB - **segurança, uma parte da operação**. Disponível em:
parapenteluso.planetaclix.pt/afilosof.htm. Acesso em: 14/03/2014.

FAB. **Operacional**- FAB vai empregar VANT na vigilância de fronteiras - 23/02/2014. Disponível em: <https://medium.com/voo-tatico/36f552ee895f>. Acesso em: 08/03/2014.

FAB - **Departamento de Controle do Espaço Aéreo**. Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro – NSCA 351-1. Rio de Janeiro, 2010.

FERREIRA. Tomé. **Ciência e Tecnologia em aeronaves**, 2013. Disponível em:
<http://www.duniverso.com.br/avioes-sem-tripulacao-no-brasil-enriquecem-as-forcas-armadas/#ixzz2vbfDnD1b>. Acesso em: 10/03/2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. - São Paulo, Atlas, 2002.

GUARANY, Marcelo Pacheco dos. Autoriza a operação aérea de Aeronave Remotamente Pilotada do Departamento de Polícia Federal. **ANAC** – Decisão nº 127 de 29 de novembro de 2011.

GUTERRES, M.X. Efeitos da flexibilização do transporte aéreo brasileiro sobre a concentração da indústria. **Tese de Mestrado**. São José dos Campos: ITA, 2002.

IATA. **Taxa de fatalidades por milhão de passageiros transportados**. 2009.

ICA 3-2 - **Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos**. Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira. 2009.

IPEA. **Panorama e Perspectivas para o transporte aéreo no Brasil e no Mundo**. Série eixos do desenvolvimento, n. 54. Brasília: Ipea, 2010.

LAUX, Paulo Ricardo. **Regras para uso de aeronaves não tripuladas estão em análise no Brasil.** Agência Senado com Assessoria de Imprensa. 2013. Disponível em: www.anaamelialemos.com.br/.../regras-para-uso-de-aeronaves-nao-tripul. Acesso em: 10/03/2014.

LAUX, Coronel Ricardo. **Brasil faz a estreia operacional da Aeronave Remotamente Pilotada RQ 450 Hermes na Amazônia.** 24/08/2011. Disponível em: www.infodefensa.com/.../noticia-brasil-faz-a-estrela-operacional-da-aero. Acesso em: 10/03/2014.

LEITE, Otavio. Regras sobre o licenciamento e operação de veículos aéreos não tripulados (VANTs) e aeronaves remotamente pilotadas (ARPs), e dá outras providências. **Projeto de lei n.º 5.942.** 2013.

LUNA, Joaquim Silva E., Chefe do Estado-Maior do Exército. **Vetores Aéreos da Força Terrestre.** Aprova o Manual de Campanha EB20-MC-10.214, 1ª Edição, 2014.

MARQUES, Álvaro. SISVANT - **Sistema de Veículos Aéreos do Departamento de Polícia.** 17/08/2012. Disponível em: www.defesanet.com.br/.../SISVANT-Sistema-de-Veiculos-Aereos-do-D. Acesso em: 14/03/2014.

NOTAER. Pilotar sem sair do chão. **Jornal da força aérea brasileira.** Ano XXXIV nº 6, 2011.

PETRY, André. **Veículo aéreo não tripulado.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/tripuladonavegion>. Acesso em: 08/03/2014.

PIFFER, Marcus. **Porque os Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados são meios de Aviação?** Disponível em: <https://medium.com/voo-tatico/36f552ee895f>. Acesso em: 08/03/2014.

SILVA, Eristelma T. de Jesus B. Veículos aéreos não tripulados: panorama atual e perspectivas para o monitoramento de atividades ilícitas na Amazônia. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

WEISS, Joseph. **Israel Aerospace Industries (IAI).** Disponível em: www.defesaaereanaval.com.br/?tag=israel-aerospace-industries-iai. Acesso em: 14/03/2014.